

Н. А. БЫХОВЕР

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОГРЕСС
И ПРОБЛЕМЫ
МИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ**

Н. А. БЫХОВЕР

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОГРЕСС
И ПРОБЛЕМЫ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

552.042

2953



МОСКВА, „НЕДРА“, 1979



Быховер Н. А. Научно-технический прогресс и проблемы минерального сырья. М., Недра, 1979. 223 с.

В книге изложены основные тенденции развития добычи и потребления важнейших видов минерального сырья, описаны изменения в их географическом размещении за последние десятилетия. Приведены данные по состоянию обеспеченности минеральным сырьем социалистических, капиталистических и развивающихся стран. Определены вероятный уровень потребности в важнейших видах минерального сырья в обозримой перспективе, возможный рост разведанных запасов и вероятность выявления новых источников минерального сырья. Рассмотрены влияние научно-технического прогресса на масштабы и структуру мирового потребления важнейших видов минерального сырья, а также ожидаемые сдвиги в технике и технологии их добычи, обогащении, переработке и транспортировке, комплексном использовании, организации охраны среды и связанные с ними изменения требований к качеству полезного ископаемого и технико-экономическим условиям разработки месторождений. Кратко освещены успехи геологической науки в познании закономерностей формирования и размещения промышленных месторождений полезных ископаемых, а также прогресс в совершенствовании методики и техники их поисков и разведки.

Книга представляет интерес для геологов, горняков, преподавателей, аспирантов и студентов горных и геологоразведочных высших учебных заведений, а также для экономистов различных отраслей горной промышленности.

Табл. 9, ил. 48, список лит.— 41 назв.

Б 20803—152
043(01) — 79 64—79. 1904050000

© Издательство «Недра», 1979 г.

ВВЕДЕНИЕ

Новейшая научно-техническая революция, начавшаяся в середине XX века, открывает невиданные возможности для развития промышленного производства. До второй мировой войны темпы роста валовой промышленной продукции большинства стран составляли 1—3% в год, в послевоенные же годы они возросли до 4—5% и даже до 10%. При этом доля социалистических стран в мировом промышленном производстве возросла в 1975 г. по сравнению с 1937 г. более чем в 4 раза (рис. 1). Одновременно с развитием промышленного производства возросло потребление минерального сырья, и мировая его добыча увеличивалась примерно на 5% в год, значительно опережая темпы роста населения (табл. 1).

Существенно изменились области применения и структура потребления различных видов минерального сырья и продуктов их переработки. Увеличилось число полезных ископаемых, вовлекаемых в промышленное производство, вместе с тем отдельные виды сырья потеряли практическое значение; например, природный корунд, сравнительно недавно служивший стратегическим сырьем, теперь полностью заменен синтетическим. Успехи физики привели к получению искусственных алмазов и других сверхтвердых материалов. Появились и новые источники минерального сырья. Так, крупными источниками элементарной серы в последнее время стали месторождения природного газа и нефти. Производство серы, попутно извлекаемой из природного газа, в капиталистических и развивающихся странах ранее составляло всего несколько сотен тысяч тонн, а в 1970 г. оно достигло 6,1 млн. т, или 21% общего производства элементарной серы. В частности, крупными производителями серы за счет ее извлечения из природного газа стали Канада и Франция.

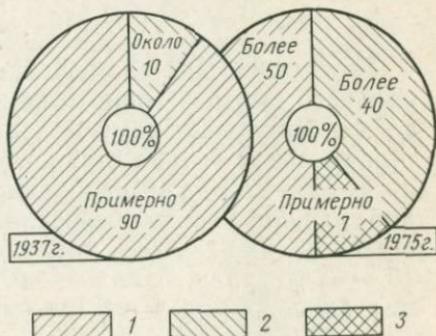


Рис. 1. Доля в мировом промышленном производстве социалистических, капиталистических и развивающихся стран.

1 — капиталистические страны; 2 — социалистические страны; 3 — развивающиеся страны

Таблица 1

Рост населения и добычи минерального сырья в 1950—1975 гг.

	1950 г.		1960 г.		1970 г.		1975 г.		1976 г.
	Всего	% к 1940 г.	Всего	% к 1950 г.	Всего	% к 1960 г.	Всего	% к 1970 г.	Всего
Население, млн. чел. в мире в СССР	2508 180	111 92	3010 214	120 119	3600 242	120 113	3967 254	110 105	—
Нефть (с газо- вым конден- сатом), млн. т в мире в СССР	521 38	174 125	1050 148	201 393	2265 353	216 267	2711 491	120 139	2927 520
Газ (с попут- ным), млрд. м ³ в мире в СССР	196 6	225 200	513 45	264 750	1145 198	223 440	1294 289	113 146	1331 321
Уголь, млн. т в мире в СССР	1818 261	111 197	2605 492	168 215	2960 624	114 127	3237 701	109 112	3310 712
Железная ру- да, млн. т в мире в СССР	241 40	123 142	508 107	209 269	757 196	149 183	886 233	117 119	895 239
Марганцевая руда, млн. т в мире в СССР	7,2 3,4	126 121	12,9 5,9	179 174	18,3 6,9	142 117	25,4 8,7	139 126	25,8 8,8
Калийные соли, млн. т (K ₂ O) в мире в СССР	4,6 0,3	147 150	9,9 1,1	215 300	16,2 5,1	167 425	26,0 9,4	160 184	26,5 10,0
Фосфаты, млн. т в мире в СССР	23 2,5	271 125	46 12	202 480	105 43	228 358	141 58	134 135	144 59
Хризотил-ас- бест, тыс. т в мире в СССР	1293 241	289 797	2494 1076	193 446	4270 2006	171 186	4995 2680	117 134	5536 2726

Географическое размещение главных объектов добычи минерального сырья в мире отличается большой неравномерностью, по каждому полезному ископаемому выделяется сравнительно ограниченная группа стран, обеспечивающая основную его добычу. В 1974 г. 5 из 49 капиталистических и развивающихся стран, добывавших нефть, обеспечили 65% общей ее добычи; соответственно 3 из 51 — 78% товарного газа, 3 из 38 — 68% угля, 3 из 13 — 77% урана, 5 из 43 — 61% железных руд, 3 из 19 — 68% марганцевых руд, 3 из 13 — 68% хромитов, 2 из 16 — 76% ни-

келя, 1 из 6 — 71% кобальта, 1 из 7 — 67% молибдена, 7 из 27 — 69% вольфрама, 4 из 22 — 73% бокситов, 5 из 43 — 72% меди, 5 из 38 — 69% свинца 6 из 39 — 70% цинка, 4 из 39 — 79% олова, 3 из 15 — 68% ртути, 4 из 20 — 76% сурьмы, 4 из 23 — 62% плавикового шпата, 2 из 28 — 73% фосфатного сырья, 4 из 9 — 89% калийных солей, 2 из 15 — 92% самородной серы и 3 из 17 — около 82% производства товарного асбеста.

В суммарной добыче минерального сырья в капиталистических и развивающихся странах значительная часть приходится на долю последних и служит в основном предметом экспорта в промышленно развитые страны. Так, удельный вес развивающихся стран в добыче олова составляет 90%, кобальта 85%, нефти 73%, бокситов и сурьмы 59%, хромитов 55%, марганцевых руд 52%, вольфрама 51%, плавикового шпата и фосфатных руд 48%.

Многие месторождения полезных ископаемых развивающихся стран характеризуются более благоприятными технико-экономическими условиями разработки, чем эксплуатируемые в промышленно развитых странах, трудовые затраты там ниже, а законы по охране среды и безопасности менее строгие. Поэтому охотно делают капиталовложения в разведку и освоение месторождений полезных ископаемых этих стран капиталистические монополии, особенно США и Японии.

Растущая заинтересованность США в импорте минерального сырья обусловлена не столько отсутствием его на собственной территории, сколько стремлением получать более высокую прибыль на вложенный капитал и сохранить ресурсы полезных ископаемых в своей стране на будущее.

Неизменно возрастает в мировой добыче минерального сырья доля социалистических стран, преимущественно за счет ее роста в Советском Союзе, занимающем ведущее место в мире по добыче ряда важнейших полезных ископаемых.

«Развитие народного хозяйства вызывает бурный рост потребностей в различных видах сырья.— говорил на XXIV съезде партии Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежnev.— Чтобы удовлетворить эти потребности, мы и впредь будем высокими темпами развивать добывающие отрасли. При этом важно вести дело так, чтобы они работали более эффективно, обеспечивали более глубокую переработку сырья, улучшение его качества, сокращение отходов»*.

В больших количествах добывается уголь в Китае, Польше, Чехословакии и ГДР, цветные и легирующие металлы — в Китае, Польше, Болгарии, Югославии и на Кубе, самородная сера — в Польше, плавиковый шпат — в Монголии.

Технический прогресс на современном этапе не только создал предпосылки к ускоренному росту потребления и добычи

* Материалы XXIV съезда КПСС. М., Политиздат, 1974, с. 58.

минерального сырья, но и обусловил широкое развитие геологоразведочных работ почти во всех странах мира в неизменно возрастающих объеме и эффективности. Благодаря большому объему геологоразведочных работ и достаточно высокому научно-техническому их уровню рост мировых разведанных запасов важнейших полезных ископаемых до последнего времени не отставал от погашения их в недрах в результате добычи.

Проведенные геологоразведочные работы привели к открытию не только многих тысяч промышленных месторождений разнообразных полезных ископаемых, но и к выявлению крупных нефтегазоносных и рудных районов. Прирост разведанных запасов получен не только за счет выявления новых месторождений, но и в результате систематического снижения требований к качеству разведенного сырья и горнотехническим условиям разработки месторождений, благодаря совершенствованию техники добычи и технологии переработки сырья.

Технический прогресс в добыче и переработке минерального сырья и связанные с ним более экономичные способы разработки месторождений позволили значительно расширить использование промышленностью бедных руд и руд сложного состава, добывать минеральное сырье с больших глубин.

Так, если в 1954 г. бортовым содержанием для меди было 2%, то сейчас уже извлекается руда, содержащая всего лишь 0,45%. До 1950 г. требовалось, чтобы железная руда содержала не менее 50% железа, тогда как новая технология позволяет извлекать его из железистых кварцитов, в которых содержание металла не превышает 20—30%. Во многих странах накопились огромные массы материала с непромышленным содержанием разнообразных цветных и редких металлов в виде рудничных отвалов, хвостов обогатительных фабрик или других отходов; часть выявленных полезных ископаемых просто оставлена на месте залегания до тех пор, пока разработка массовых и дешевых методов или постоянный рост цен не сделают в будущем промышленно выгодной их эксплуатацию.

Мировые разведанные и прогнозные запасы минерального сырья географически распределены крайне неравномерно, и за рубежом нет такой промышленно развитой страны, которая могла бы обеспечить себя собственными ресурсами полезных ископаемых.

Только СССР, обладающий самой мощной в мире минерально-сырьевой базой, обеспечивает полностью потребности высокоразвитой промышленности и сельского хозяйства. Наша страна занимает основное место в мире по разведенным запасам угля, природного газа, железных руд, ряда цветных и редких металлов, фосфатного сырья, калийных солей, плавикового шпата и других полезных ископаемых, а также первое место по добыче угля, железных и марганцевых руд, хромитов, асбеста, калийных солей и фосфатного сырья. Ведущая роль принадле-

жит нашей стране в производстве чугуна и стали и многих цветных металлов.

В своем докладе на XXV съезде партии А. Н. Косыгин особенно подчеркнул: «Важную роль в обеспечении сбалансированного роста экономики как в текущей пятилетке, так и в долгосрочной перспективе играет надежная обеспеченность страны сырьевыми ресурсами. Советский Союз располагает крупнейшими, часто уникальными месторождениями ценных полезных ископаемых. Однако динамичное развитие народного хозяйства вызывает быстрый рост потребностей в различных видах минерального сырья. В наших планах, как правило, будут предусматриваться опережающие, по сравнению с добычей, темпы роста разведанных запасов полезных ископаемых, чтобы степень обеспеченности ими производства всегда находилась на достаточном уровне. Это позволит нам и в будущем гарантировать народное хозяйство от нехватки энергии и сырья, а также связанных с этим диспропорций. Одновременно будет улучшаться использование сырья» *.

* Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 125—126.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОБЛАСТИ ДОБЫЧИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Мировое потребление минерального сырья и соответственно развитие промышленного производства увеличивались в последнее время примерно вдвое каждые 15 лет при весьма различных темпах прироста потребления отдельных видов сырья. Так, среднегодовые темпы прироста потребления бокситов в капиталистических и развивающихся странах за истекшие 25 лет (1950—1974 гг.) составили 9,65%, плавикового шпата — 7,0%, природного газа и молибдена — 6,85%, нефти — 6,55%, никеля — 6,35%, фосфатного сырья — 5,9%, марганцевых руд — 5,55%, калийных солей — 5,15%, кобальта — 4,95%, железных руд — 4,35%, хромитов — 4,3%, меди — 4,1%, асбеста — 4,05%, вольфрама — 3,65%, цинка — 3,4%, самородной серы — 2,65%, свинца — 2,15%, сурьмы — 1,6%, ртути — 1,15%, олова — 0,55% и угля — 0,3%. Более ускоренными темпами возрастало потребление минерального сырья в Советском Союзе.

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Одной из наиболее характерных черт современного научно-технического прогресса является стремительный рост энергетики и спроса на все виды энергии, особенно на электроэнергию и механическую энергию для транспортных средств.

За пятьдесят лет — с 1900 по 1949 г.— мировое потребление энергии увеличилось втройку. Для следующего утроения этого показателя потребовалось всего лишь 20 лет (1951—1970). Среднегодовые темпы прироста потребления энергии, составляющие в 1925—1938 гг. 1,4%, увеличились в 1938—1950 гг. до 3,2%, в 1951—1960 гг.— до 4,9%, в 1961—1970 гг.— до 5,6%. Ожидают, что среднегодовой прирост потребности в энергии в 1971—1980 гг. будет на уровне 7%.

Развитие мирового топливно-энергетического баланса проходило преимущественно за счет роста потребления нефти и газа, чему способствовали в капиталистических странах искусственно поддерживаемые низкие цены на ближневосточную нефть сравнительно с ценами на эквивалентные другие виды топлива. Эти цены расхолаживали производителей в их поисках новых источников топлива, помогали сбивать цены на уголь, газ и гидроэлектроэнергию, потворствовали непозволительно

расточительному использованию мировых запасов нефти. В США, например, автомобили используют лишь 20% потенциальной энергии бензина и около 23% своей грузоподъемности.

Пользуясь практически абсолютной монополией на добычу жидкого топлива в странах-производителях нефти на Арабском Востоке, а также захватив доминирующие позиции на рынках государств-потребителей нефти, международный нефтяной картель, в который входят семь монополий, настойчиво вытеснял в западноевропейских странах другие виды энергии. В Запад-

Таблица 2

Топливно-энергетический баланс капиталистических и развивающихся стран
(в %)

Энергоисточник	1950 г.	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	Прогноз на 2000 г.
Уголь	51,8	43,5	35,3	29,7	23,4	19,4	16,5	20,5
Нефть	31,8	37,3	41,5	46,4	50,3	51,5	50,8	48,2
Природный газ	10,2	12,9	15,8	16,2	18,3	18,9	19,3	17,0
Энергия ГЭС	6,2	6,3	7,4	7,4	7,2	6,8	6,2	5,9
Энергия АЭС	—	—	—	0,3	0,8	3,4	7,2	8,4

ной Европе закрывались каменноугольные шахты или добыча в них сильно сокращалась, были прекращены поиски новых источников энергии, на начальном уровне продолжала оставаться атомная энергетика (табл. 2).

Судя по многочисленным прогнозам, опубликованным в зарубежной печати и основанным преимущественно на экстраполяции, мировое потребление энергии к 2000 г. возрастет примерно в 3—4 раза. Эти прогнозы исходят прежде всего из вероятных темпов роста мирового населения, численность которого к 2000 г. достигнет 7 млрд. человек, а также ожидаемого значительного роста потребления энергии в развивающихся странах, где проживает более 2/3 населения земного шара. Пока они потребляют ее в 8 раз меньше по сравнению с экономически развитыми странами.

В развитых странах использование энергии увеличилось в расчете на душу населения с 2,75 т условного топлива в угольном эквиваленте в 1940 г. до 5 т в 1970 г. Согласно прогнозам при тех же темпах роста эта величина к 2000 г. превысит 11 т, а среднегодовой прирост энергопотребления в мире составит 4—5%. При нынешних темпах потребления в следующие 25 лет мир израсходует столько энергии, сколько ее было потрачено за всю историю человечества.

Существенно изменится, вероятно, структура топливно-энергетического баланса, однако нефть и газ в обозримой перспективе будут продолжать оставаться основными энергоисточниками, несмотря на резкое повышение цен на них в последнее время, а также интенсификацию работ по освоению и использованию других видов энергии в ряде промышленно развитых стран. Дальнейшее постепенное снижение нефти и газа в значительной мере будет обусловлено новым направлением в развитии мировой энергетики — интенсивной электрификацией топливно-энергетического баланса и использованием для производства электроэнергии недефицитных видов топлива — угля, сланцев, а также гидравлических, атомных и других энергетических источников.

Все более насущной становится проблема получения эффективных заменителей дефицитного топливно-энергетического минерального сырья. В промышленно развитых странах начаты крупные исследования по изысканию рациональных методов использования энергии геотермальных вод, морских приливов и отливов, солнца и ветров, биологического сырья, различных отходов и даже городского мусора.

Интенсивные исследования проводятся для успешного решения проблемы использования в качестве источника энергии воздуха, ресурсы которого неисчерпаемы. Проведенные испытания показали, что он может быть широко использован всеми видами транспорта, для отопления городов, производства электрической энергии, в черной металлургии, химической промышленности и т. д.

Нефть, известная человечеству за 600 лет до нашей эры, в промышленных масштабах начала добываться в шестидесятых годах прошлого столетия. За 90 лет (с 1860 по 1949 г.), во всем мире было добыто 8257 млн. т, а за последующие 25 лет (с 1950 по 1974 г.) 25 309 млн. т. В 1974 г. мировая добыча нефти достигла 2838 млн. т (2711 в 1975 г.), в том числе в СССР 459 млн. т.

Значительно изменились географическое размещение центров нефтедобычи и удельный вес отдельных стран и регионов в общей добыче. Число стран, добывающих нефть, увеличилось с 25 в 1950 г. до 60 в 1975 г. и за это время доля США в мировой ее добыче снизилась с 56 до 18,4%, а Советского Союза увеличилась с 7,4 до 19,2%. Наиболее ускоренно развивалась добыча нефти в странах Ближнего и Среднего Востока (табл. 3) доля этих стран возросла с 16,5 до 45,9%. Издержки на 1 т нефти, добываемой в этих районах, обусловленные благоприятным залеганием нефтеносных отложений, высокой продуктивностью сырья и дешевой рабочей силой, в среднем ниже в 10 раз, чем в США, почти в 6 раз ниже, чем в странах Африки, и более чем в 3 раза ниже, чем в Венесуэле.

Таблица 3

**Динамика добычи нефти в капиталистических
и развивающихся странах**
(в млн. т)

Регионы	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1975 г.
Северная Америка	271	370	604	593
Латинская Америка	101	196	267	185
Ближний и Средний Восток	85	262	679	974
Африка	30	14	289	242
Южная и Юго-Восточная Азия, Дальний Восток	14	27	59	84
Западная Европа	5	14	16	24
Австралия	—	—	8	19

В капиталистических и развивающихся странах добыча нефти в 1975 г. по сравнению с 1974 г. снизилась на 199 млн. т и составила 2141 млн. т (2312 в 1976 г.; рис. 2). Большую ее часть (81%) обеспечили (в млн. т): США — 491,7 (481,0 в 1976 г.), Саудовская Аравия — 352,2 (427,9), Иран — 266,7 (294,0), Венесуэла — 122,0 (118,9), Кувейт — 104,8 (108,4), Ирак — 110,1 (107,2), Нигерия — 88 (102); Ливия — 72,4 (92,0), Канада — 77,5 (70,5), Абу-Даби — 67,3 (76,5).

Среднегодовой темп прироста в США добычи нефти в 1950—1960 гг. составил 4,5% (в среднем 40 млн. т), в 1961—1970 гг. — 7,6% (192 млн. т), в целом за 1950—1975 гг. — 6% (154 млн. т).

В последние годы заметно возросла подводная добыча нефти. В 1975 г. она осуществлялась в 25 странах и в 1973 г. достигла 452 млн. т, или 19% суммарной добычи в капиталистических и развивающихся странах. Большую часть добычи сейчас получают при глубинах моря менее 30 м, а наибольшая глубина моря, где ведется добыча, составляет 114 м. Увеличилась добыча нефти в Северном море (с 76 тыс. т в 1967 г. до 11800 тыс. т в 1975 г.), где за 15 лет пробурено 250 разведочных скважин, из которых 50 оказались продуктивными.

В связи с энергетическим кризисом в капиталистических и развивающихся странах возрос интерес к производству синтетической нефти. В Канаде на базе битуминозных песчаников р. Атабаски с 1967 г. работает горно-обогатительный комбинат проектной мощностью 9 тыс. т нефти в сутки при добыче открытым способом около 140 тыс. т нефтесодержащих пород. В строительство комбината вложено 300 млн. долл. За семь лет эксплуатации денежные потери фирмы достигли 93 млн. долл., что в основном объясняется разницей в себестоимости производства (29,6 долл) и продажной ценой (28,6 долл) 1 т нефти. Однако в связи с резким ростом цен на нефть на мировом капита-

Млн. т

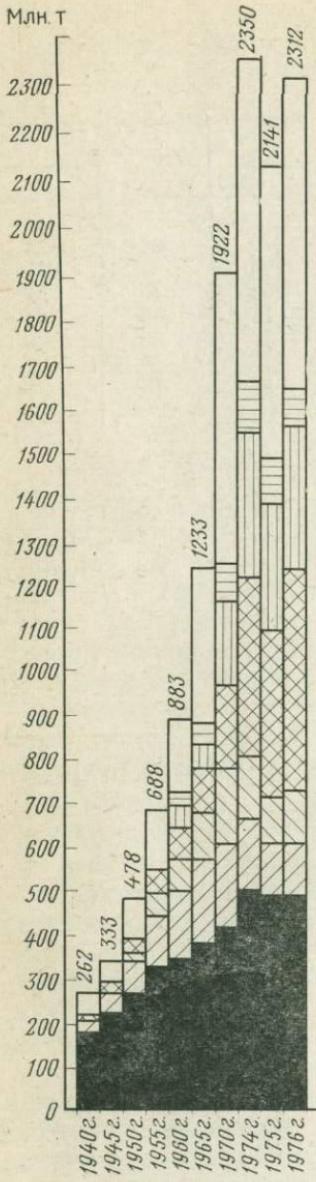


Рис. 2. Динамика добычи нефти в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Венесуэла; 3 — Кувейт; 4 — Саудовская Аравия; 5 — Иран; 6 — Канада; 7 — прочие страны

листическом рынке при одновременном увеличении производственной мощности комбината фирма в скором времени начнет получать значительные прибыли.

В США усилия многих научных направлены на разработку рентабельной технологии получения малосернистого жидкого топлива из угля. Построена опытно-промышленная установка для переработки высокосернистого угля в синтетическую нефть, обеспечивающая производство 0,6 т нефти из 1 т угля. Строились два опытных завода по производству жидкого топлива путем растворения угля в органическом растворителе в атмосфере водорода при повышенном давлении. Производительность первого завода — 50 т в сутки, а второго — 6 т в сутки. Предполагалось строительство промышленного завода годовой мощностью 4,5 млн. т нефти из 11,5 млн. т угля.

В США скоро начнется извлечение нефти из битуминозных сланцев. По мнению аме-

риканских специалистов, высказанному на Симпозиуме ООН по разработке и использованию горючих сланцев, прошедшем в Таллине в 1968 г., в общем энергетическом балансе США доля горючих сланцев в 1975 г. составила примерно 3%, а в XXI веке достигнет 50%.

В зарубежной печати опубликован ряд долгосрочных прогнозов, согласно которым уровни потребности капиталистических

и развивающихся стран в нефти в 1980 г. оценивались в 3000 млн. т (в том числе 900 в США), в 1990 г. в 4250 (1100) и в 2000 г. в 5200 млн. т (1200). Оптимизм приведенных прогнозов вряд ли может быть оправдан, особенно учитывая последствия разразившегося топливно-энергетического кризиса в капиталистических странах. Очевидно, потребность этих стран в обозримой перспективе если и будет возрастать, то весьма замедленными темпами и по-прежнему в большей части она будет удовлетворяться за счет импорта из развивающихся стран преимущественно восточного полушария. Возможно, несколько снизится импорт нефти в США после завершения в 1977 г. строительства нефтепровода из Аляски, так как по нему из месторождения Прудхо-Бей к 1980 г. будет поступать около 100 млн. т нефти в год. Однако это позволит только сохранить достигнутый в стране уровень добычи и компенсировать ее снижение в связи с истощением недр в ряде старых нефтедобывающих районов. Предполагается, что в 1980 г. Великобритания будет полностью снабжаться нефтью и газом из шельфа Северного моря. В ближайшем будущем количество извлекаемой в британском секторе Северного моря нефти должно составить 50 млн. т/год, газа — 50 млрд. м³/год, а в норвежском секторе — 25 млн. т/год нефти и 20 млрд. м³/год газа. Полагают, что перспективными окажутся и новые районы Северного моря, принадлежащие ФРГ.

Небольшой рост потребления нефти возможен в развивающихся странах, доля которых в общем потреблении нефтепродуктов в капиталистических и развивающихся странах составляет примерно 16%, в то время как доля США — 40%, капиталистических стран Западной Европы — 31% и Японии — 8%.

При оценке возможных уровней потребления нефти в ближайшем будущем следует учесть отмеченное выше быстрое возрастание роли урана в качестве топливно-энергетического сырья, увеличение в энергетическом балансе удельного веса гидроэлектростанций, термальных вод, а возможно и солнечного тепла, следствием чего является соответственное сокращение потребления нефти и нефтепродуктов в ряде отраслей, особенно на тепловых электростанциях. Можно ожидать сокращения потребления нефтепродуктов и на транспорте, так как в связи с возрастающими требованиями по снижению уровня загрязнения атмосферы во многих странах широкое развитие приобрели исследования по выявлению возможностей замены двигателей внутреннего сгорания другими источниками энергии. Ожидается сокращение потребления мазутного топлива в сталеплавильном производстве, где мартеновские печи уступают свое прежнее ведущее место кислородным конверторам и электропечам.

В будущем нефть во все возрастающих объемах будет использоваться для производства химикатов, синтетического каучука, синтетического волокна, пластических масс, синтетических

жиров, спирта, органических кислот, растворителей, ядохимикатов для сельского хозяйства и многих других ценных продуктов, общее количество которых уже превышает 2000. Судя по прогнозам, опубликованным в зарубежной печати, производство химических продуктов из нефти и газа достигнет 200 млн. т в 1985 г. и около 600 млн. т в 2000 г.

В СССР и ряде других стран в промышленных масштабах начато производство из нефти протеина (синтетического белка), используемого в качестве корма для животных. В Венесуэле и Италии сооружаются заводы по выпуску протеина по 100 тыс. т в год. Аналогичный по мощности завод предполагается построить в Саудовской Аравии. Организация Объединенных Наций ассигновала 300 млн. долл. для проведения исследований по намеченной десятилетней программе в области производства и использования протеина.

Дальнейший рост потребления нефти в известной мере будет зависеть от возможных объемов ее добычи и уровней цен. При этом следует иметь в виду, что в связи с возросшими за последние годы ценами на нефть более чем в 4 раза и притоком колоссальных иностранных капиталовложений в основные нефтедобывающие развивающиеся страны у последних отпала заинтересованность в дальнейшем сбережении существовавших в последнее время темпов роста добычи нефти и ускоренного истощения своих недр. К тому же накапливаемые в этих странах доходы в десятки миллиардов долларов далеко не всегда могут быть полностью целесообразно использованы для собственного развития этих стран по географо-экономическим, демографическим и прочим причинам.

Поэтому вряд ли можно ожидать в будущем заметного увеличения добычи нефти в развивающихся странах, ныне обеспечивающих большую часть потребности в ней капиталистических стран, тем более что поиски новых крупных месторождений нефти на суше и в шельфовых зонах, производимые повсеместно в возрастающих объемах, пока еще не привели к впечатляющим результатам. Очевидно, достигнутые в прошлом среднегодовые темпы прироста добычи и потребления нефти в обозримой перспективе будут значительно снижены. Можно полагать, что максимальный уровень добычи нефти из нефтяных месторождений в капиталистических и развивающихся странах к 1980 г. достигнет 2500 млн. т, к 1990 г.—2800 млн. т и к 2000 г.—3500 млн. т. Примерно 30% указанной добычи сможет быть получено за счет разработки подводных морских месторождений, с неизбежным вовлечением в эксплуатацию месторождений, расположенных в отдаленных и неосвоенных районах, на больших глубинах морского дна, с глубокозалегающими нефтеносными отложениями (или с низкой их продуктивностью). Ухудшение технико-экономических условий разработки месторождений сможет лишь в незначительной мере компенсироваться

техническим процессом в области бурения скважин и других процессов добычи, а также переработки и транспортировки нефти.

Расходы на подводную разведку значительно выше, чем на наземную. По оценке «Бритиш петролеум эксплорэйшн», расходы на освоение подводного месторождения на глубине 30 м в 3 раза превышают затраты на освоение месторождения на суше, на глубине в 200 м — в 6 раз, а на глубине в 300 м — в 12 раз. Если расходы на подготовку нефтяного месторождения к разработке на суше, расположенного в 16 км от перевалочной базы, составляют в среднем 8655 тыс. долл., то подводного месторождения, удаленного от суши на 16 км, — 24 990 тыс. долл.

Издержки, связанные с подготовкой месторождений к эксплуатации, быстро возрастают по мере «углубления» разведочных работ. В Северном море, например, подготовка неподвижной платформы при глубине 30 м стоит около 3,5 млн. долл., при глубине 70 м — 4,75, при 100 м — свыше 7,00, при 130 м — 10,50 и при 170 м — 14,25 млн. долл.

Расходы на морское бурение определяются глубиной дна, которая сейчас ограничена 500—550 м. Однако уже решаются технические проблемы, связанные с освоением 1000—3000-метровых глубин.

Первое место в мире по добыче нефти принадлежит Советскому Союзу. За 100 лет (с 1864 по 1964 г.), в стране добыто 2700 млн. т нефти, а за последующие 10 лет (с 1965 по 1974 г.) — 3447 млн. т. Ежегодный прирост добычи нефти в 1940—1950 гг. составил 3,7 млн. т, в 1951—1955 гг. — 6,7 млн. т, в 1956—1960 гг. — 15,3 млн. т, в 1961—1965 гг. — 19 млн. т, в 1966—1970 гг. — 22 млн. т и в 1971—1975 гг. — 43 млн. т. В 1976 г. добыча нефти (включая газовый конденсат) достигла 520 млн. т, а в 1980 г. составит 620—640 млн. т. Основной прирост добычи будет получен преимущественно за счет новых баз — Западной Сибири, Мангышлака, Удмуртии, Коми АССР, выявленных и освоенных в последние десять лет. Особенно быстро наращивает мощности Западная Сибирь.

Рост добычи нефти в Советском Союзе сопровождается ростом ее экспорта. В 1975 г. экспорт сырой нефти составил 93,1 млн. т общей стоимостью 3747,8 млн. руб., а нефтепродуктов и синтетического жидкого топлива 37,3 млн. т, стоимостью 2160,4 млн. руб. В социалистические страны экспорт нефти и нефтепродуктов составил 77,7 млн. т, в том числе в Болгарию 11,5, Венгрию 7,5, ЧДР 14,9, Вьетнам 0,403, КНДР 1,110, Кубу 8,060, Монголию 0,36, Польшу 13,3, Чехословакию 16,0, а также в Югославию 4,4 млн. т.

Важным фактором технического прогресса является **природный газ**. Затраты на его разведку, добычу и транспортировку ниже, чем для твердых видов топлива. Являясь прекрасным топливом (калорийность его на 10% выше мазута, в

1,5 раза выше угля и в 2,5 раза выше искусственного газа), он характеризуется также высокой эффективностью отдачи тепла в разных установках. Газ используется в печах, требующих точного регулирования температуры, не дает отходов и дыма, загрязняющего воздух. Широкое применение природного газа в металлургии, при производстве цемента и в других отраслях позволило поднять на более высокий технический уровень работу промышленных предприятий и увеличить объем продукции, получаемой с единицы площади технологических установок.

В Советском Союзе на газовом топливе вырабатывается (на электростанциях и промышленных котельных) около 30% всей электроэнергии; с применением природного газа производится 80% стали, 85% чугуна, около 40% проката, 20% цветных металлов и 60% цемента.

Применение газа в доменном производстве позволило сократить расход дефицитного кокса на 10—15% и повысить производительность доменной печи на 2—3%. В среднем 1 м³ природного газа заменяет 1,2, а в отдельных случаях и 1,8—1,9 кг кокса. Природный газ позволил снизить удельные нормы расхода топлива в цементной промышленности на 7—10%, в стекольной — на 20—30% и в керамической — на 28—40%.

Потребление газа в черной металлургии увеличилось с 28 млрд. м³ в 1970 г. до 33 млрд. м³ в 1975 г., соответственно в машиностроении и металлообработке с 19 до 24 млрд. м³. Значительно увеличилось и достигло 5 млрд. м³ в год потребление природного газа в цветной металлургии. За годы девятой пятилетки число газифицированных предприятий заметно возросло. Природный газ применяется не только как энергетическое топливо, но и как интенсификатор в основных пирометаллургических процессах производства тяжелых цветных металлов.

Богатство различного рода углеводородов, входящих в состав природного и нефтяного газа, делает его исключительно ценным сырьем для химической промышленности. Из него получают синтетический каучук, синтетические волокна, метиловый и этиловый спирт, жиры, пластмассы, ацетилен, взрывчатые вещества, водород, медикаменты; насчитывается около 20 тысяч органических соединений, которые можно получить на базе переработки газа, из них 500 имеют в настоящее время промышленное значение. Потребление газа в химической промышленности увеличилось с 13 млрд. м³ в 1970 г. до 23 млрд. м³ в 1975 г. В 1975 г. произведено 90 млн. т удобрений, из которых 85% получено при использовании природного газа.

Применение газа в химической промышленности обеспечивает более экономичное производство таких продуктов, как водород, ацетилен, этилен, на базе которых развивается производство полиэтилена, спирта, гликоля, уксусной кислоты, каучука, амиака и др. Около 70% производства амиака, более

50% метанола и ацетилена получает страна из природного газа.

В Советском Союзе более 150 миллионов граждан пользуются газом, и все же для этой цели расходуется только 13% его, а основная масса потребляется промышленностью. Газовая промышленность является одной из наиболее рентабельных отраслей тяжелой индустрии. Годовая прибыль ее превышает 1500 млн. рублей. Доля газа в топливном балансе страны увеличилась с 2,4% в 1955 г. до 8% в 1960 г., 20% в 1975 г. и достигнет 25% в 1980 г.

Крупнейшим в мире потребителем газа являются США. Из 670 млрд. м³, потребленных в 1973 г. в стране, 20% использовано на электростанциях, 10% на других энергопредприятиях, 40% в качестве промышленного сырья, 20% в бытовом секторе и 10% в торговом секторе. В странах Западной Европы потреблено 130 млрд. м³, в том числе в Нидерландах — 33, Великобритании — 29, ФРГ — 27, Италии — 15, Франции — 14, Бельгии — 8 и Австрии — 4 млрд. м³.

Заметное развитие в ряде стран получило производство светлых нефтепродуктов и газового конденсата, а также сажи и других продуктов переработки газа. В последнее время в США разработан метод получения из природного газа продукта, содержащего 60—70% белка и значительное количество витамина B₁₂.

Газовая промышленность в СССР по существу стала развиваться только за последние годы. В 1940 г. добыча газа составила всего лишь 3,2 млрд. м³, к 1955 г. она увеличилась до 8,98, к 1965 г. до 127,7, к 1970 г. до 197,9, а в 1975 г. составила 289,3 млрд. м³.

Добычу газа к концу десятой пятилетки предусматривается довести до 400—435 млрд. м³. При этом лишь прирост добычи составит примерно 145 млрд. м³, из них около 85% на севере Западной Сибири, где сосредоточена основная часть разведанных и прогнозных запасов газа в нашей стране.

В Тюменской области в 1975 г. добыто 33,5 млрд. м³ газа, к 1980 г. добыча его увеличится до 125—155 млрд. м³. Только на месторождении Медвежьем намечено увеличение добычи до 65 млрд. м³, планируется ввести в эксплуатацию Уренгойское месторождение и приступить к освоению других месторождений в Надым-Пурском районе: Комсомольского, Губкинского, Вынгапуровского.

Эксплуатируемые залежи характеризуются относительно неглубоким залеганием, высоким этажом газоносности и обширной площадью (преобладают массивные залежи), высокими дебитами эксплуатационных скважин, низким содержанием в газе конденсата (0,3 г/м³).

В капиталистических и развивающихся странах добыча товарного газа (без учета извлеченного, но не использованного)

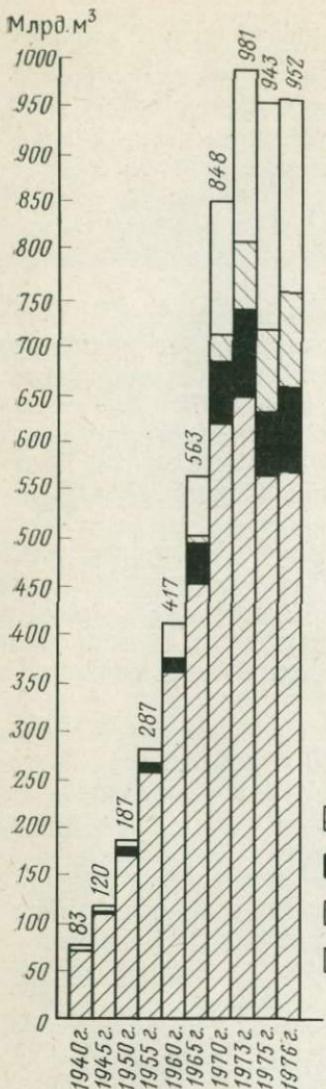


Рис. 3. Динамика добычи газа в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Канада; 3 — Нидерланды;
4 — прочие страны

возросла с 201 млрд. м³ в 1950 г. до 981 млрд. м³ в 1973 г. и снизилась до 943 млрд. м³ в 1975 г. (952 в 1976 г.; рис. 3). В США добыча газа в эти годы соответственно составила 193, 641 и 569 (560) млрд. м³. Хотя относительная доля этой страны в суммарной добыче газа в капиталистических и развивающихся странах снизилась за 25 лет с 96 до 61%, она продолжает занимать ведущее положение в этой области, которое сохранится и в обозримой перспективе. Судя по опубликованным прогнозам, потребление газа в США к 1980 г. должно достичь 700 млрд. м³, к 1990 г. — 800 млрд. м³ и к 2000 г. — 900 млрд. м³. Добыча газа в самой стране не сможет достигнуть таких уровней и соответственно будет возрастать доля импортируемого природного газа и производства газа из угля. Ожидается, что в 1985 г. суточная добыча синтетического газа составит

8,5 млн. м³. В 1975 г. работала лишь одна опытная установка для газификации угля суточной производительностью 42,5 тыс. м³ газа при переработке 80 т угля. Потребные капиталовложения достигнут 165 млн. долл. Подсчитано, что товарная стоимость газа составит 50—60 центов за 1000 куб. футов (28,3 м³).

Проектируется строительство 30 заводов по газификации углей общей мощностью к 1985 г. 71,2 млрд. м³. Стоимость поставляемого газа составит 35,9 долл. за 1000 м³. Для получения газа из продуктов нефтепереработки предполагается построить заводы общей мощностью 44,5 млрд. м³; стоимость газа на них будет колебаться от 35,3 до 56,5 долл. за 1000 м³.

Для газификации могут быть использованы угли с высоким содержанием серы, которая отделяется в процессе очистки газа. Для работы на таком газе в США объявлено о строительстве нескольких электростанций мощностью по 172 МВт. Корпорация «Тексас Ютилитиз сервисез» приобрела у СССР технологию газификации бурых углей, залежи которых столь велики в Восточном Техасе. Скоро 4 млн. потребителей этого штата будут пользоваться электроэнергией, полученной в результате внедрения советской технологии.

Из других стран природный газ в значительных размерах добывается (в млрд. м³) в Канаде (88,4 в 1973 г., 68,6 в 1974 г., 87,5 в 1975 г. и 88,9 в 1976 г.), Нидерландах (80,8; 83,7; 90,8; 96), Великобритании (26,5; 34,8; 36,8; 38,7), Иране (19,9; 22,3; 17,0; 17,6) и ФРГ (16,7; 19,8; 18,2; 18,8).

Особенно быстро возросла добыча в Западной Европе: с 1,3 млрд. м³ в 1950 г. до 169,4 млрд. м³ в 1975 г. Основной рост добычи произошел за счет открытия и промышленного освоения одного из крупнейших в мире месторождения Гронинген (Слохтерн) в Нидерландах (добыча начата в 1966 г.) и месторождений в британском секторе Северного моря (1968 г.).

Предполагается, что потребление газа в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г. составит 1100 млрд. м³. В дальнейшем в связи с ограниченными ресурсами газа у основных его потребителей и затруднениями с его транспортировкой на дальние расстояния темпы роста потребления его несколько снизятся. В 1990 г. оно составит, вероятно, 1300 млрд. м³ и в 2000 г.— 1500 млрд. м³.

Важным достижением научно-технического прогресса является разработка и широкое внедрение технологий получения сжиженных газов, мировое производство и потребление которых быстро развиваются. Это позволило улучшить снабжение газом промышленности и коммунального сектора в условиях резкого повышения спроса на газ, организовать межконтинентальные перевозки газа в специальных танкерах-рефрижераторах и, что особенно важно, приступить к экспорту нефтяного газа из развивающихся стран, где из-за отсутствия местных потребителей он почти целиком терялся и сжигался в факелах.

Между тем сжиженный нефтяной газ, представляющий собой смесь более тяжелых углеводородов, чем метан, который является основной составной частью природного газа, используется не только как топливо, но и как сырье для химической промышленности, главным образом при производстве синтетического каучука, пластмасс и спирта. Увеличивается также использование сжиженных нефтяных газов в качестве автомобильного горючего, так как при его сжигании в атмосферу попадает значительно меньше вредных компонентов, чем при работе автомобиля на бензине. В Японии уже насчитывается более 300 тыс. машин с газовыми двигателями.

Вероятно, производство сжиженного газа в ближайшее время увеличится в ряде стран Ближнего и Среднего Востока, Африки и Латинской Америки. Поставка его в Западную Европу уже осуществляется из Алжира в возрастающих объемах.

Мировая добыча угля увеличилась с 1818 млн. т в 1950 г. до 3237 млн. т в 1975 г. В капиталистических и развивающихся странах, добыча угля возрастила весьма медленными темпами и за истекшие 25 лет увеличилась только на 18% (рис. 4). Сократилась добыча в странах Западной Европы и Японии в связи с особенно высокими издержками производства и увеличилась в США, Индии, Австралии и ЮАР за счет эксплуатации месторождений с более благоприятными горно-техническими условиями разработки. В 1975 г. добыча угля, осуществляемая в 38 капиталистических и развивающихся странах, составила 1366 млн. т. (1378 в 1976 г.). Основную добычу (87%) обеспечили только шесть стран (в млн. т): США — 590 (604), ФРГ — 216 (224), Великобритания — 126 (122), Австралия — 92 (100), Индия — 95 (100) и ЮАР — 67 (74).

Мировое потребление угля развивалось сравнительно медленными темпами и в основном возрастало за счет социалистических стран. В капиталистических и развивающихся странах оно увеличилось с 1,2 млрд. т в 1950 г. лишь до 1,37 млрд. т в 1975 г. Примерно 3/4 общего потребления приходится на шесть ведущих капиталистических стран — США, Японию, ФРГ, Великобританию, Францию и Италию.

Существенно изменилась структура потребления угля в связи с острой конкуренцией со стороны нефтепродуктов и газа. В связи с внедрением электровозной и тепловозной тяги резко сократилось потребление угля на железнодорожном транспорте. Резко сократилось потребление угля и морским и речным транспортом, а также в ряде стран и в бытовом секторе. Вместе с тем возрос за последние годы

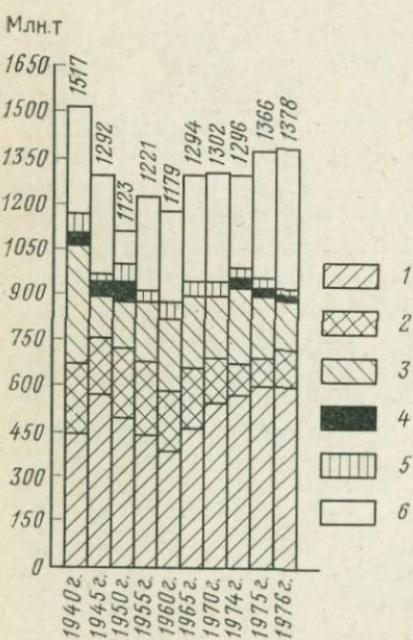


Рис. 4. Динамика добычи угля в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Великобритания; 3 — ФРГ; 4 — Франция; 5 — Япония; 6 — прочие страны

удельный вес электростанций в общем потреблении угля, и эта тенденция будет сохраняться и впредь.

В связи с существовавшими до 1974 г. низкими ценами на нефть и газ и ускоренным ростом их добычи в странах Ближнего и Среднего Востока доля угля в общем потреблении энергоисточников неизменно сокращалась. К началу 1974 г. она составила в Австралии 40%, Великобритании 34%, ФРГ 32%, Японии 20%, Франции 19%, США 18%, Канаде 12% и Италии 8%.

В общем потреблении угля в США около 62% используется в производстве электроэнергии, 20% в черной металлургии и 16% в отраслях перерабатывающей промышленности.

Крупным потребителем угля остаются коксохимические предприятия, но доля их в общем его потреблении за последние годы почти не изменилась, хотя мировое производство чугуна заметно увеличилось. Это обусловлено внедрением новых способов выплавки чугуна и стали, строительством крупных доменных печей, вызвавшим снижение удельного потребления кокса.

Расход кокса на производство стали (в кг/т) в мире снизился с 808 в 1960 г. до 680 в 1965 г., 592 в 1969 г., 525 в 1975 г. и предполагается, что в 1980 г. он составит 480 кг/т.

Проводятся научно-исследовательские работы с целью изыскания возможностей уменьшения зависимости сталелитейной промышленности от поставок коксующегося угля. В Японии в качестве заменителей используют природный газ и нефть. Во Франции считают возможным снизить расход кокса на 40% путем замены его сжиженным нефтяным газом.

В Бельгии проведена серия испытаний в доменной печи, в которую нагнетали реформинг-газ и тяжелый топливный мазут; достигнутая экономия угля составила 276 кг на 1 т расплавленного металла.

В СССР снижение нормы расхода кокса обусловлено внедрением новых технологических методов, сущность которых заключается в подаче в доменную печь топливных реагентов, создающих дополнительную восстановительную среду, заменяющую в определенной мере кокс, и ускоряющих процесс плавки чугуна. Одним из таких реагентов является природный газ (1 м^3 газа заменяет 1,1—0,8 кг кокса), расход которого за последние 10 лет удвоился.

На снижение удельного расхода кокса влияют также обогащение доменного дутья кислородом, улучшение качества исходного сырья путем повышения содержания железа в руде, увеличение доли агломерата и окатышей в шихте.

Уголь приобрел большое значение в качестве химического сырья: путем его переработки можно получить более 350 ценных продуктов, используемых в различных отраслях народного хозяйства. Неизменно возрастает использование угля для про-

изводства бездымного топлива, а также углеграфитовых материалов, необходимых для металлургии специальных сталей и алюминия, для ядерной и ракетной техники. Разработан способ получения из каменного угля высокоазотистых (до 25%) гуминовых кислот. По сравнению со стоимостью угля стоимость продуктов его переработки увеличивается иногда в 20 раз.

Одним из главных путей расширения использования угля является дальнейшее развитие производства из него экономичного синтетического жидкого и газообразного топлива.

В связи с возросшими ценами на нефть и газ в последнее время несколько повысилось использование местных ресурсов угля. На предприятиях угольной промышленности осуществляются разнообразные мероприятия для снижения издержек производства с тем, чтобы максимально снизить стоимость добычи угля и сделать его конкурентоспособным по отношению к нефти и газу. С этой целью, например, американская фирма «Кайзер» приобрела в Советском Союзе лицензию на способ гидродобычи угля, а компания «Тексас Ютилитиз» — лицензию на способ подземной газификации угля. Предполагается, что к 1985 г. в США будут работать 26 установок по газификации угля, которые смогут покрывать около 15% предполагаемого дефицита нефти и газа. К этому времени планируется ввести в эксплуатацию также девять установок по получению нефти из угля. Для полной ликвидации дефицита нефти и газа потребуется около 140 установок по переработке угля. По опубликованным долгосрочным прогнозам, в капиталистических и развивающихся странах потребление углей в 2000 г. по сравнению с 1975 г. увеличится примерно на 70%, а в США более чем в 2 раза. Так, в 1980 г. оно достигнет (в млн. т) 1600 (в том числе в США — 750), в 1990 г. — 2000 (США — 900) и в 2000 г. — 2400 (США — 1200).

Добыча угля в Советском Союзе и в других социалистических странах за последние 25 лет возрастила по сравнению с зарубежными странами относительно более ускоренными темпами. В СССР она увеличилась с 261 млн. т в 1950 г. до 701 млн. т в 1975 г., в т. ч. 181 млн. т для коксования (табл. 4); в 1971—1975 гг. среднегодовой прирост составил 13,5 млн. т, или 2,5%, при приросте производительности в 5,2%; среднесуточная добыча угля на одну шахту увеличилась за эту пятилетку с 2324 до 2866 т/сут.

В общей добыче топлива в 1975 г. доля угля составила 30,8% (в пересчете на условное топливо 7000 ккал) при доле нефти 44,2% и газа 21,8%.

Несмотря на преимущественный рост потребления нефти и газа в стране, угольная промышленность остается одной из важнейших отраслей народного хозяйства и ее дальнейшее развитие будет также осуществляться сравнительно высокими темпами.

Таблица 4

**Динамика добычи угля в СССР и удельный вес
в общесоюзной добыче отдельных угольных бассейнов и районов**

Бассейны и районы	1950 г.	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1976 г.
Всего по СССР, млн. т	261	391,2	513,2	577,7	624	701	711,5
В том числе, %							
Донецкий	36,3	30,0	36,6	35,6	34,8	31,8	31,7
Подмосковный	11,8	11,1	9,3	7,1	5,8	4,9	4,3
Кузнецкий	14,8	15,0	16,4	16,8	18,1	19,6	20,0
Печорский	3,3	3,6	3,4	3,1	3,4	3,4	3,6
Урал	12,4	12,0	12,1	10,7	8,6	6,4	6,4
Карагандинский	6,3	6,3	5,0	5,3	6,2	6,6	6,7
Экибастузский	—	0,6	1,1	2,5	3,6	6,5	6,5
Средняя Азия	1,4	1,5	1,5	1,6	1,3	1,4	1,5
Восточная Сибирь	6,7	6,8	7,2	8,4	8,8	10,2	10,3
Дальний Восток	5,0	4,4	4,2	4,7	5,0	4,8	4,9
Грузинская ССР	0,7	0,7	0,5	0,45	0,4	0,3	0,3

Решениями XXV съезда партии предусматривается увеличение добычи угля к 1980 г. до 790—810 млн. т. Основной прирост добычи в эти годы и в дальнейшем будет осуществлен за счет месторождений восточных районов, особенно в Казахстане (Экибастузское месторождение) и Сибири, где на базе буруогольных месторождений Канско-Ачинского бассейна предполагается сооружение нескольких сверхмощных карьеров производительностью до 55 млн. т. Открытая добыча канско-ачинских углей на крупных карьерах обойдется не дороже 1—2 руб. за 1 т. Электроэнергия, полученная при сжигании этих углей на месте, будет стоить примерно столько же, сколько на крупных волжских и днепровских гидростанциях, а удельные затраты на сооружение тепловых электростанций будут вдвое меньше.

Все большее народнохозяйственное значение приобретает развитие угледобычи на Экибастузском каменноугольном месторождении, мощности разрезов которого предполагается увеличить в десятой пятилетке с 52 до 72 млн. т и в ближайшей перспективе довести эту величину до 100—120 млн. т в год. На его базе будет создан комплекс мощных тепловых электростанций, которые будут снабжать энергией промышленные центры Казахстана и юга Западной Сибири, районов целинного землеустройства, новых городов и рабочих поселков. Дальнейшее развитие получат также другие угольные месторождения и бассейны страны.

Принимаются интенсивные меры к снижению себестоимости и подземной угледобычи за счет комплексной механизации и автоматизации работ, дальнейшего укрупнения шахт и корен-

ной их модернизации. Производительность труда в отрасли возрастет за пятилетку на 24—26 %.

Одновременно с углем развивалась также добыча горючих сланцев, особенно в Эстонской ССР. Она увеличилась (в млн. т) с 4,7 в 1950 г. до 10,8 в 1955 г., 14,2 в 1960 г., 21,3 в 1965 г., 23,9 в 1970 г. и 31,7 в 1975 г.

В других социалистических странах добыча угля увеличилась с 352 млн. т в 1950 г. до 1100 млн. т в 1975 г. (оценка), в том числе в 1975 г. было добыто угля (в млн. т): в Китае 470 (оценка), ГДР — 270, Польше — 200 и Чехословакии — 110.

Существенным конкурентом традиционных источников энергии становится **ядерное топливо**, доля которого в мировом энергетическом балансе стала заметно возрастать. В 1974 г. доля атомной энергии в общем энергетическом балансе Великобритании достигла 3,4 %, Испании — 3,1 %, Канады — 2,1, США и Франции — 1,7 %, Японии — 1,2, ФРГ и Нидерландов — 1,1 %.

Предполагалось, что общая установленная мощность атомных электростанций в капиталистических и развивающихся странах увеличится (в млн. кВт) с 40 в 1975 г. до 250 к 1980 г., более 1000 в 1990 г. и свыше 3000 к 2000 г. Доля АЭС в общем производстве электроэнергии достигнет 18 % в 1980 г. и 55 % в 2000 г.

В связи с расширением строительства АЭС ожидается увеличение производства урановых концентратов примерно на 20 % в год. Для этого потребуется выявить, разведать и освоить огромные запасы урановых руд.

Так, по данным КАЭ США (на 1.1. 1975 г.), суммарная потребность страны в уране в ближайшие 26 лет составит около 2 млн. т.

Приведенные расчеты основаны на существующей технологии использования сырья на АЭС, при которой утилизируется только уран-235. Между тем наступил новый этап в развитии ядерной энергетики. Так, в ряде стран, в том числе в Советском Союзе достигнуты весьма обнадеживающие результаты по применению реакторов на быстрых нейтронах, а также управляемых термоядерных процессов.

Если управляемую термоядерную реакцию удастся осуществить, то человечеству придется сдерживать выработку энергии, чтобы предотвратить перегрев атмосферы. Но даже с учетом этих ограничений население Земли будет располагать энергией в 300—700 раз большей, чем вся энергия от горючих ископаемых, добываемых ныне в течение года.

Предполагается, что в будущем уран найдет применение также в качестве присадки к черным и цветным металлам. Например установлено, что уран может раскислять медь, не уменьшая ее электропроводности, а также применяться в медистых сплавах для обезвреживания таких вредных примесей, как свинец и висмут.

Добыча урановых руд в капиталистических и развивающихся странах стала развиваться ускоренными темпами после второй мировой войны и достигла максимума в 1959 г., когда она составила 38,6 тыс. т в пересчете на U_3O_8 . Однако высокая конъюнктура в урановой промышленности, обусловленная гонкой атомного вооружения в США и созданием крупных стратегических резервов, продолжалась недолго, и начиная с 1960 г. добыча урана стала систематически снижаться, составив в 1966 г. только 18 тыс. т. Соответственно сокращению потребности в уране происходили снижение цен на урановые концентраты и консервация горнодобывающих предприятий, обогатительных фабрик и перерабатывающих заводов в основных странах-поставщиках (Канада, Австралия и США) атомного сырья. Начиная с 1967 г. в связи с широко развернутым строительством атомных электростанций во многих странах снова стала возрастиать потребность в уране и к 1973 г. добыча его в пересчете на U_3O_8 достигла 23,9 тыс. т, снизившись до 23,1 тыс. т в 1975 г. (27,6 в 1976 г.). Добыча производится в 13 странах, но большую ее часть (85% в 1975 г.) обеспечивают США — 10,5 тыс. т U_3O_8 (12,3 в 1976 г.), Канада — 4,1 тыс. т (5,6), ЮАР — 2,8 тыс. т (3,1) и Франция — 2,1 тыс. т (2,0) (рис. 5).

Около 52% добытой в 1975 г. U_3O_8 получено из месторождений ураносодержащих песчаников, 31% — из конгломератов и 17% — из жильных месторождений.

По данным симпозиума, проведенного в июне 1976 г. в Лондоне, добыча урана в ЮАР к концу 1978 г. может быть доведена до 10 тыс. т U_3O_8 , а Австралия в течение многих лет может поставлять на мировой рынок до 20 тыс. т U_3O_8 в год. Производство урана в Австралии будет начато в ближайшие годы. Первым намечено к эксплуатации крупное месторождение Райнджер в Северной Территории, где строится горнодобывающий комплекс производительностью 3 тыс. т урана в год.

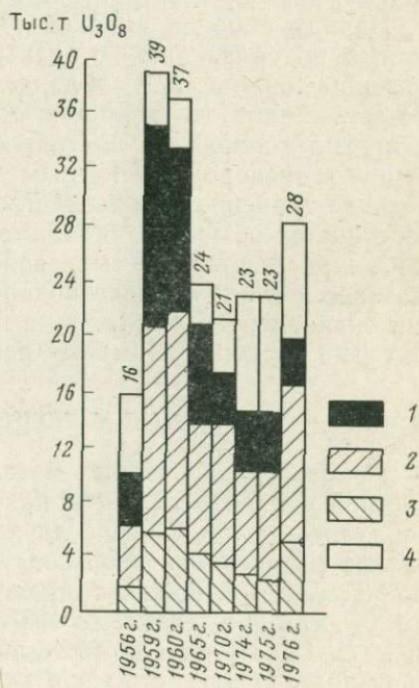


Рис. 5. Динамика производства урановых концентратов в капиталистических и развивающихся странах.
1 — Канада; 2 — США; 3 — ЮАР; 4 — другие страны

В ближайшие годы также вступит в строй новый урановый рудник мощностью 5 тыс. т U_3O_8 в Намибии.

Судя по проводимым в капиталистических и развивающихся странах мероприятиям по развитию добычи (модернизация действующих и строительство новых горно-обогатительных предприятий), суммарное производство концентратов урана по содержанию U_3O_8 в 1980 г. может достигнуть 40, к 1990 г. — 60 и к 2000 г. — 80 тыс. т.

Советский Союз является пионером в области использования атомной энергии для мирных целей. Первая в мире атомная электростанция, созданная советскими специалистами в Обнинске, 27 июня 1954 г. стала давать ток. В стране осуществляется и предусматривается в дальнейшем широкое строительство атомных электростанций, особенно в районах с недостатком других источников энергии.

Одновременно возрастают и мощности вводимых в строй действующих электростанций. Если мощность Обнинской станции составляла только 5 тыс. кВт, то мощность одного только блока Ленинградской станции достигает 1000 тыс. кВт. Строятся станции мощностью по 4000 тыс. кВт. В районах, лишенных обычных источников энергии, к которым относят районы европейской части страны, энергетика будет развиваться преимущественно за счет ввода новых крупных АЭС. Уже действуют Нововоронежская — 2000 тыс. кВт, Кольская — 880 тыс. кВт и другие атомные электростанции.

Наряду с более высокой экономической конкурентоспособностью по сравнению с электростанциями, работающими на обычном топливе, АЭС обладают тем преимуществом, что меньше загрязняют окружающую среду и, что особенно важно, при сжигании топлива не поглощают огромного количества атмосферного кислорода. Атомным станциям не нужно такое громоздкое транспортное хозяйство, как крупным тепловым электростанциям обычного типа, строить их можно практически на любом расстоянии от сырьевой базы. Ядерное горючее, умещающееся в одном железнодорожном вагоне, по запасам энергии эквивалентно 1 млн. т каменного угля. Одной (разовой) загрузки горючим атомному реактору хватает на 1—3 года.

ЧЕРНЫЕ И ЛЕГИРУЮЩИЕ МЕТАЛЛЫ

Использование черных металлов началось в глубокой древности. Судя по отдельным находкам, изделия из железа употреблялись еще в VI веке до нашего летоисчисления. Особенно быстро развивалось производство чугуна и стали в годы после второй мировой войны. Мировая выплавка чугуна увеличилась с 130,7 млн. т в 1950 г. до 495 млн. т в 1974 г., а выплавка стали — со 189,6 млн. т до 692 млн. т. В социалистических странах производство чугуна за эти годы возросло с 23,9 млн. т до

156 млн. т, стали с 35,7 млн. т до 216 млн. т, в том числе в Советском Союзе соответственно с 19,2 млн. т до 99,9 млн. т и с 27,3 млн. т до 136,0 млн. т.

В 1975 г. производство чугуна и стали в капиталистических и развивающихся странах снизилось по сравнению с 1974 г. и составило соответственно 348 и 418 млн. т, а в Советском Союзе оно неизменно возрастает и достигло 103 и 141 млн. т. Страна по производству чугуна, стали, проката, агломерата, кокса и стальных труб занимает первое место в мире.

В соответствии с решениями XXV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР к 1980 г. выплавка стали достигнет 160—170 млн. т.

Технический прогресс предъявляет все более высокие требования к качеству и свойствам черных металлов, и поэтому современный этап характеризуется особенно быстрыми темпами роста высококачественной металлургии. Основными металлами, легирующими сталь и чугун, являются марганец, хром, титан, ванадий, никель, кобальт, вольфрам и молибден. В последнее время в качестве легирующих металлов применяют также ниобий, tantal, цирконий и бор. В связи с интенсивным развитием металлургии качественных сталей быстрыми темпами возрастают и добыча основных легирующих металлов. За истекшие 25 лет (с 1950 по 1974 гг.) добыча молибдена в капиталистических и развивающихся странах увеличилась в 5,2 раза, никеля в 4,6 раза, кобальта в 3,8 раза, хромитов в 2,7 раза, марганцевых руд в 2,5 раза, а уровень добычи вольфрама снизился на 40%.

Мировое производство товарной железной руды увеличилось с 241 млн. т в 1950 г. до 886 млн. т в 1975 г., в том числе в капиталистических и развивающихся странах с 199 до 570 млн. т (565 в 1976 г., рис. 6). По сравнению с 1974 г. производство товарной железной руды в 43 этих странах в 1975 г. снизилось на 15 млн. т. Большую (74%) его часть обеспечили (в млн. т): Австралия — 98 (93 1976 г.), США — 80 (81), Бразилия — 74 (75), Франция — 50 (46), Канада — 45 (57), Индия — 40 (43) и Швеция — 33 (31). Особенно быстро добыча железных руд развивалась в Австралии, где в последнее время открыты, разведаны и освоены промышленностью крупные месторождения высококачественных руд, пригодных для отработки открытым способом. По сравнению с 1965 г. производство товарных железных руд в стране увеличилось более чем в 10 раз. В ближайшие годы можно ожидать значительного роста производства товарной руды в Бразилии, особенно в связи с освоением разведенного в бассейне р. Амазонки крупнейшего месторождения богатейших (содержание Fe более 60%) руд Серра-дус-Каражас. Предполагается, что добыча руды начнется в 1979 г. на уровне 12 млн. т, а в 1985 г. достигнет 45—50 млн. т.

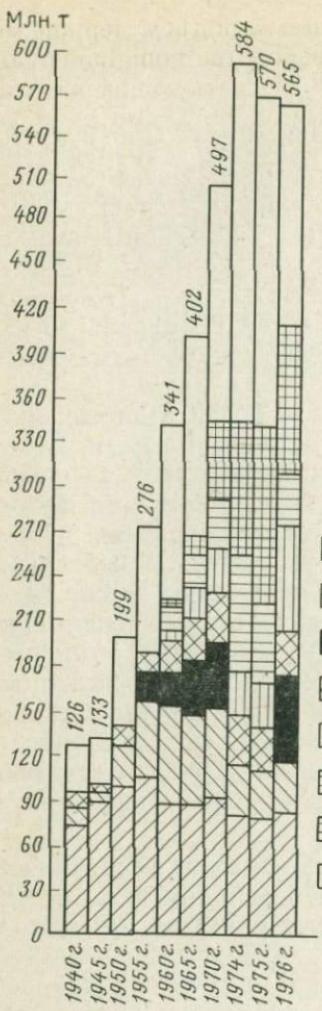


Рис. 6. Динамика добычи железных руд в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Франция; 3 — Канада; 4 — Швеция; 5 — Бразилия; 6 — Индия; 7 — Австралия; 8 — прочие страны

Доля США, издавна занимавших первое место в производстве товарной железной руды среди капиталистических и развивающихся стран, снизилась с 50% в 1950 г. до 14% в 1975 г.

Судя по опубликованным в зарубежной печати прогнозам, выплавка стали в капиталистических и развивающихся странах достигнет к 2000 г. по низшей оценке 1150 и по высшей 1350 млн. т. чугуна 700 и 840 млн. т. Предполагается, что производство товарных руд в этих странах к 1980 г. возрастет до 750, к 1990 г. до 850 и к 2000 г. до 1000 млн. т, а добыча сырой руды соответственно — 1500, 1700 и 2000 млн. т.

Ускоренными темпами развивалось производство товарной железной руды в Советском Союзе. Оно увеличилось с 40 млн. т в 1950 г. до 233 —

в 1975 г. и 239 — в 1976 г. Среднее содержание железа в товарной руде достигло 59%. Добыча сырой руды в 1975 г. составила 440,5 млн. т (среднее содержание железа 36,3%) и по сравнению с 1950 г. она увеличилась почти в 10 раз. За эти годы значительно расширено и модернизировано большинство старых горно-обогатительных предприятий и введены в строй действующие комбинаты на базе крупных месторождений (Оленегорское, Ковдорское, Михайловское, Лебединское, Стойленское, Северное, Ново-Криворожское, Центральное, Южное, Ингулецкое, Днепровское, Качканарское, Коршуновское и Соколово-Сарбайское). Неизменно возрастает экспорт железных руд из Советского Союза. В 1965 г. он составил 25 млн. т, а в 1975 г. достиг 44 млн. т.

Предусматривается дальнейший мощный подъем черной металлургии и соответствующий рост производства товарной руды. Одновременно с интенсивным развитием существующих железорудных баз решениями XXV съезда КПСС предусмотрено ускорение строительства новых горнорудных предприятий. В 1976 г. начато строительство крупного горно-обогатительного комбината на базе Качарского месторождения, запасы железных руд которого составляют 1600 млн. т. Потребителями их станут в дальнейшем металлургические предприятия Магнитогорска, Челябинска, Темиртау и Нижнего Тагила. Предусматривается значительный рост производства подготовленного высококачественного металлургического сырья, в том числе железорудных окатышей, на всех действующих ГОКАх.

В значительных размерах (55 млн. т в 1975 г.) добываются железные руды в Китае.

Страны СЭВ основную потребность в железных рудах удовлетворяют за счет их импорта из Советского Союза. В 1975 г. он достиг 38 млн. т, в том числе 12,2 в Чехословакии, 11,1 в Польше, 6,3 в Румынии, 4,0 в Венгрии, 2,7 в ГДР и 1,7 млн. т в Болгарии. В 1976—1980 гг. эти страны получат 114 млн. т железосодержащего сырья (в пересчете на металл) и примерно 27 млн. т проката черных металлов.

Важнейшим заменителем железных руд служит железный лом, использование которого неизменно увеличивается в производстве стали, особенно в связи с ростом ее выплавки в электрических печах и кислородных конверторах. В ряде промышленно развитых стран доля лома как сырья для производства стали превышает 40%.

Основным потребителем марганцевых руд по-прежнему остается черная металлургия, где они используются преимущественно для получения ферромарганца. В капиталистических и развивающихся странах производство его составляет 2—3 млн. т в год.

В последнее время стало быстро развиваться производство электролитического марганца и двуокиси марганца (натуральной, синтетической, получаемой обычно электролитическим способом и химическим). Электролитический марганец обладает высокой чистотой и отличается небольшой стоимостью по сравнению с металлическим марганцем; применяется в производстве легированных сталей, алюминиевых сплавов и ферритовых материалов, используемых в радиоэлектронной промышленности.

Крупнейшим производителем электролитического марганца является Япония, где общие мощности рафинировочных заводов по его выпуску уже в 1973 г. достигли 40 тыс. т. Значительные мощности по производству электролитического марганца сосредоточены также в США и ЮАР.

Двуокись марганца используется в качестве деполяризатора в производстве сухих элементов. Основными поставщиками на-

туральной двуокиси марганца, содержащей 74—94% MnO₂, являются Гана, Марокко, ЮАР, Габон, Индия и Греция. Наиболее крупных масштабов производство синтетической двуокиси марганца (46 тыс. т в год) достигло в Японии, в меньших количествах получают ее в Бельгии и США (по 15 тыс. т), ФРГ (6 тыс. т), Франции (4 тыс. т) и Испании (3,5 тыс. т).

Потребление марганцевых руд в странах возросло с 3,4 млн. т в 1950 г. до 11,8 млн. т в среднем за 1971—1975 гг. Доля США при этом потреблении составила 14,4, а Японии 13,6%.

Наиболее крупным в мире производителем и потребителем марганцевых руд является Советский Союз. В 1975 г. в стране было получено 8,7 млн. т товарной руды, что в 2,5 раза больше, чем в 1950 г. Основное производство сосредоточено на предприятиях, базирующихся на месторождениях Никопольского (75%) и Чиатурского (21%) бассейнов. В сравнительно небольшом объеме разрабатываются месторождения марганцевых руд Центрального Казахстана. Экспорт марганцевых руд из СССР в 1975 г. составил 1,4 млн. т, ферромарганца 129,2 тыс. т.

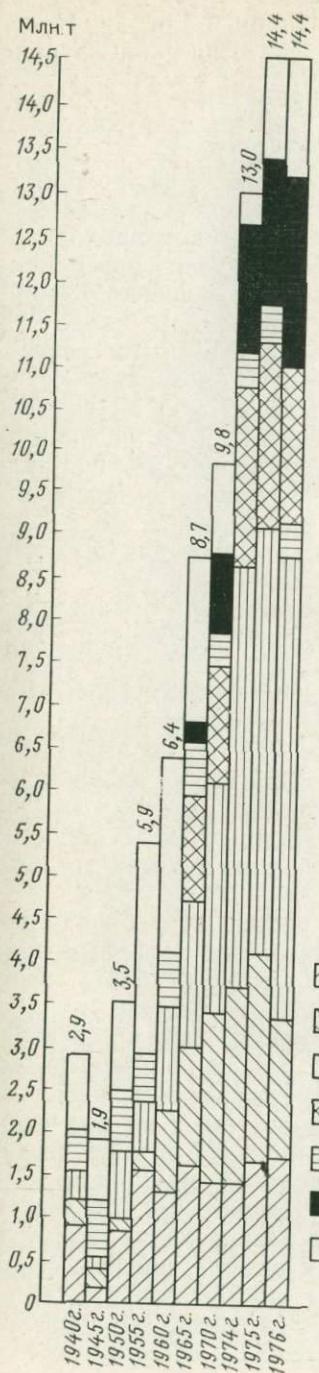
Производство товарных марганцевых руд в капиталистических и развивающихся странах возросло с 3,5 млн. т в 1950 г. до 14,4 млн. т в 1975 и 1976 гг. (рис. 7). Месторождения марганца разрабатываются в 19 странах, но основное производство товарных руд (91%) обеспечивают только пять стран: ЮАР 5,8 млн. т (5,4 в 1976 г.), Габон 2,2 (2,2), Бразилия 1,8 (1,6), Индия — 1,6 (1,7) и Австралия — 1,6 (2,1) млн. т.

В связи с тем что капиталистические страны с развитой металлургической промышленностью не обладают достаточными собственными ресурсами марганцевых руд, а страны, где они в основном сосредоточены, не имеют значительной металлургической базы, экспорт марганцевых руд в последних занимает большой удельный вес от их добычи. Так, за последние годы экспорт товарной марганцевой руды капиталистических стран примерно составлял из ЮАР — 3,2 млн. т/год, Габона — 2 млн. т, Индии — 1,5 млн. т, Бразилии и Австралии — по 1,3 млн. т/год.

Предполагается, что потребление марганцевых руд в капиталистических и развивающихся странах будет примерно возрастать на 20% каждые 10 лет и составит в 1980 г. — 16 млн. т, в 1990 г. — 19 млн. т, в 2000 г. — 23,0 млн. т.

Мировое потребление хромитов до последнего времени развивалось примерно такими же темпами, как и потребление марганцевых руд. Основными потребителями хромитов являются металлургическая (более 60% добываемых руд), огнеупорная (около 30%) и химическая (более 10%) отрасли промышленности.

В капиталистических и развивающихся странах потребление хромитов возросло с 1,5 млн. т в 1950 г. до 4,8 млн. т в



1975 г. и при этом неизменно увеличивалась доля металлургических руд в связи с ростом выплавки качественной стали, а потребление огнеупорных руд снижалось вследствие возросшего применения магнезитовой футеровки печей. Крупнейшим потребителем хромитовых руд в капиталистическом мире являются США, где потребление их увеличилось с 0,9 млн. т в 1950 г. до 1,3 млн. т в 1974 г. За эти годы доля металлургических руд возросла с 50 до 65%, химических руд с 14 до 15%, а доля огнеупорных руд снизилась с 36 до 20%.

В Советском Союзе и других промышленно развитых странах проводятся исследования по разработке эффективной технологии производства хромитовых сплавов, применение которых позволило бы повысить их качество и тем самым сократить удельный расход сплавов в сталеплавильном производстве и в конечном счете сэкономить исходное сырье.

В Финляндии с 1966 г. разрабатывается месторождение Кеми, руды которого содержат в среднем 27% Cr₂O₃. Из них методом магнитной сепарации ежегодно производится 170 тыс. т хромитовых концентратов, а также 20 тыс. т хро-

Рис. 7. Динамика производства товарной марганцевой руды в капиталистических и развивающихся странах.
1 — Индия; 2 — Бразилия; 3 — ЮАР; 4 — Габон; 5 — Гана; 6 — Австралия; 7 — другие страны

митового литейного песка, используемого в литейной, химической и стекольной промышленности. Выпускаются два сорта концентратов, содержащих соответственно 46% и 42% Cr_2O_3 . Примерно 120 тыс. т концентратов отправляется на феррохромовый завод Торнио, расположенный в 40 км от рудника, где они пеллетизируются и подвергаются переработке в электропечи; ежегодно на заводе выпускается 50 тыс. т феррохрома.

Советскому Союзу еще в тридцатых годах для удовлетворения своей потребности в металлургических рудах приходилось ввозить хромиты из-за границы. Только незадолго перед Великой Отечественной войной после открытия и освоения Кемпирской группы месторождений в Казахстане потребность страны в хромитах стала удовлетворяться собственными ресурсами. Достигнутый уровень добычи хромитов позволяет сейчас из года в год увеличивать их экспорт. В 1975 г. он составил 1,1 млн. т (96 тыс. т в 1950 г.). Из общего количества добываемых хромитов (за исключением экспорта) примерно 45% поставляется заводам ферросплавов, 32% — заводам оgneупоров и 23% — предприятиям химической промышленности и прочим потребителям. Основным поставщиком хромитов для производства оgneупоров являются рудники Урала.

Из других социалистических стран хромиты в сравнительно небольших количествах добываются на Кубе, в Албании и Югославии.

В капиталистических и развивающихся странах добыча хромитов (производство товарных руд) увеличилась (в тыс. т) с 1700 в 1950 г. до 5220 в 1975 г. (5340 в 1976 г.). Из них в ЮАР с 495 до 2075 (2409), Турции с 395 до 925 (869), на Филиппинах с 230 до 520 (422) преимущественно оgneупорных руд, в Родезии с 295 до 500 (по оценке), Индии с 72 до 500 (400) (рис. 8). В сравнительно небольших объемах добыча хромитов производится еще в восьми странах.

В соответствии с прогнозируемым ростом потребления хромитов в ближайшей перспективе производство товарных руд в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г. составит 5 млн. т, в 1990 г. — 5,7 млн. т, в 2000 г. — 6,5 млн. т.

Быстро увеличивается в последнее время мировое потребление никеля, главным образом в связи с ростом производства легированных сталей, преимущественно нержавеющих, и сплавов (более 50% общего потребления), используемых во все возрастающих объемах в энергетической, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, транспортном машиностроении, электронике, атомной и космической технике, при опреснении морской воды; в капиталистических и развивающихся странах потребление никеля (электролитного, в штейне, шпейзе, ферроникеле) возросло с 128 тыс. т в 1950 г. до 532 тыс. т в 1974 г., а затем снизилось до 453 тыс. т в 1975 г. в связи с резким спадом производства и потребления стали. Более 50% общего потребле-

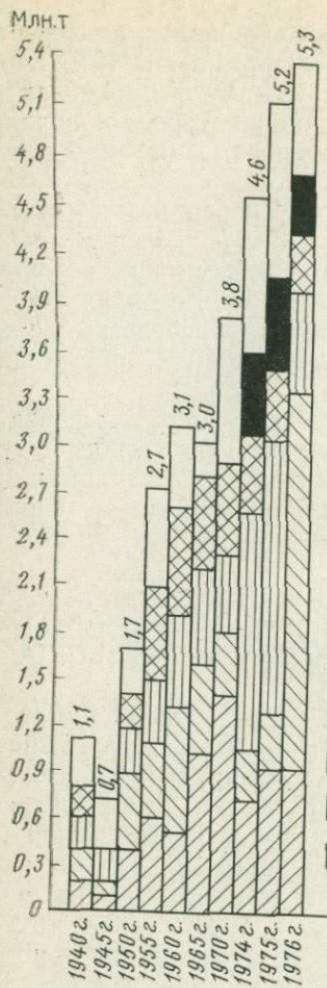


Рис. 8. Динамика производства товарной хромитовой руды в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Турция; 2 — ЮАР; 3 — Родезия; 4 — Филиппины; 5 — Финляндия; 6 — прочие страны

ния этой продукции приходится на долю США (34% в среднем за 1971—1975 гг.) и Японии (21%).

В США структура потребления первичного никеля существенно не изменилась за последние годы. Большая часть (41%) по-прежнему использовалась в производстве нержавеющей стали, 14% в производстве сплавов с высоким содержанием никеля, 13% на никелирование, 11% в производстве конструкционных сталей, 9% на чугунное и стальное литье, 4% в производстве медно-никелевых сплавов.

В некоторых традиционных областях применения никеля, главным образом в производстве потребительских товаров и в автомобилестроении, по-видимому, может возникнуть тенденция к замене его другими

ми металлами. В общем потреблении никеля заметно возрастает доля более дешевых ферроникеля и закиси никеля за счет соответствующего снижения доли рафинированного металла. Этим в известной мере обусловлен возникший интерес к промышленному освоению месторождений силикатных никелевых руд. Для их переработки освоены новые методы, представляющие комбинацию гидрометаллургических, пирометаллургических и других способов. К тому же силикатные руды, в отличие от сульфидных, могут разрабатываться открытым способом, и для их освоения требуются менее крупные капитальные вложения и меньше времени. Если в настоящее время доля силикатных руд в общем производстве составляет примерно 25%, то к 1985 г. она, вероятно, возрастет до 30%, к 1990 г.—до 40%, а в 2000 г. достигнет 50%.

В 1975 г. завершилось строительство комбината по переработке латеритовых руд в Гринвейле (Австралия). В 1976 г. началось сооружение комбината по производству ферроникеля на о. Гебе (Индонезия), ввод в эксплуатацию которого с начальной мощностью 26 тыс. т/год ферроникеля (и проектной 100 тыс. т/год) намечен на 1980 г.

За рубежом разработан новый процесс переработки никелевых латеритовых руд, позволяющий довести извлечение металла до 95%, по сравнению с 85%, получаемыми при обычном гидрометаллургическом способе. Основой процесса является перевод никеля, содержащегося в руде, в наиболее легко извлекаемую форму с последующим выщелачиванием в присутствии аммиака.

В 1975 г. впервые началась переработка латеритовых руд с целью получения рафинированного никеля. Таким способом на новом горно-металлургическом предприятии на Филиппинах будут получать в год около 27,4 тыс. т чистого никеля и смешанный сульфидный концентрат, содержащий 2640 т никеля и 1320 т кобальта.

До наступления экономического кризиса предполагалось, что прирост потребления никеля в мире в ближайшие годы сохранится на уровне 6,5%, в том числе в Японии 7,3%, США — 5,2%, Великобритании — 3,7%.

Для обеспечения прогнозируемого роста потребления осуществлялись крупные мероприятия по значительному увеличению добычи и производства никеля. Расширялись мощности действующих предприятий, особенно в Канаде и Новой Кaledонии и в ряде других стран, в частности в Австралии, Филиппинах, Индонезии, Родезии, сооружались новые рудники и плавильные заводы. Можно было предполагать, что к 1980 г. производство никеля достигнет 700 тыс. т, к 1990 г. — 850 тыс. т и к 2000 г. — 1100 тыс. т. По оценке Горного отдела Министерства внутренних дел США потребности никеля в стране к концу текущего столетия должны достигнуть 249,5 тыс. т.

За истекшие 25 лет (1950—1975 гг.), производство никеля (электролитного, в штейне, шпейзе, ферроникеле, добытой руде и концентрате) увеличилось с 120 до 578 тыс. т (592 — в 1976 г., рис. 9). Основное производство никеля обеспечивают (в тыс. т): Канада — 242 (263 в 1976 г.) за счет разработки сульфидных медно-никелевых руд и Новая Каледония — 133 (107) за счет разработки латеритовых руд. В сравнительно небольших размерах добыча никеля производится (в тыс. т): в Австралии — 76 (85 в 1976 г.), Греции — 15 (18), США — 15 (15), Южно-Африканской Республике — 21 (22), Индонезии — 15 (14), Южной Родезии — 10 (10).

Производство никеля в 1975 г. составило (по оценке) 573 тыс. т, т. е. почти не отличалось от производства в 1974 г., и в связи с резким сокращением потребления металла рекорд-

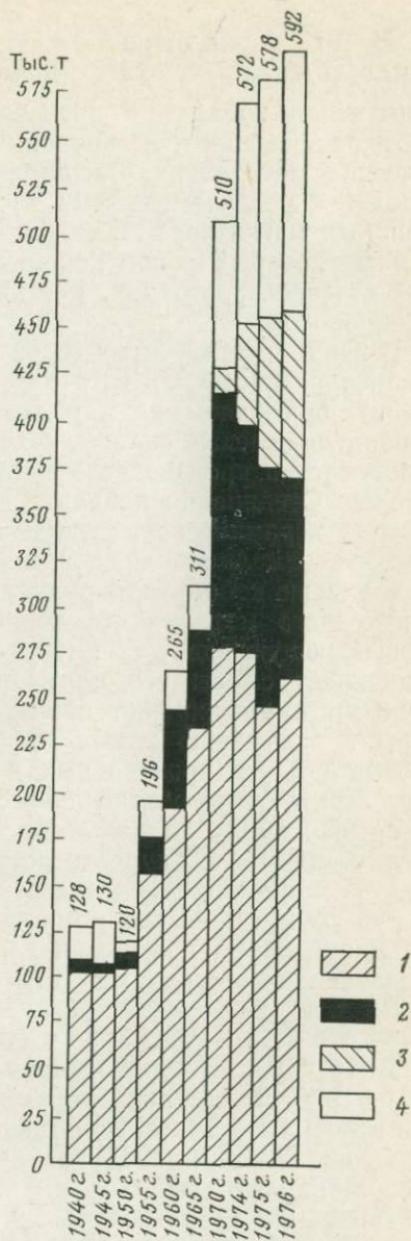
Рис. 9. Динамика добычи никеля (в пересчете на извлекаемый металл) в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Канада; 2 — Новая Кaledония; 3 — Австралия; 4 — прочие страны

ного уровня достигли складированные запасы. В свете последних данных можно ожидать, что потребление и соответственно производство никеля в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г. составит примерно 600 тыс. т, в 1990 г. — 750 тыс. т и в 2000 г. — 950 тыс. т.

Большой рост потребления никеля и никелевых продуктов ожидается в социалистических странах, особенно в Советском Союзе, в связи с ускоренными темпами выплавки специальных сталей и сплавов. Советский Союз занимает одно из ведущих мест в мире по добыче никеля и производству его металлургического передела. Основными источниками добычи никеля являются и в будущем останутся месторождения сульфидных медно-никелевых руд, хотя будет возрастиать и добыча силикатных никелевых руд. Из других социалистических стран важная роль в мировой добыче никеля принадлежит Кубе, где разрабатываются месторождения богатых латеритовых руд.

Основным (около 80%) потребителем кобальта по-прежнему остается металлургическая промышленность. Потребление кобальта связано с его легирующими свойствами и способностью образовывать сплавы с железом, никелем, хромом и другими металлами, обладающими повышенной прочностью, жаростойкостью, высокой намагничиваемостью, устойчивостью к кор-



розии и рядом других ценных свойств. Около 70% кобальта потребляется в виде металла (в США 75%), остальное в виде окислов, солей и других видов продукции. Основные области применения кобальта — производство сплавов высокой частоты, нержавеющих и легированных сталей, а также электротехнических материалов. Расширяется использование кобальта в сплавах с редкоземельными элементами для производства постоянных магнитов, возрастает спрос на жаропрочные сплавы, в состав которых входит кобальт для производства газовых турбин для электростанций, а также для компрессорных станций газопроводов.

В конце шестидесятых годов освоен выпуск сплава Олникос, предназначенный для изготовления постоянных магнитов (ферритов), применяемых в радиоэлектронной промышленности. Кобальт-никелевые сплавы, содержащие 10—20% кобальта, используются в производстве авиационных и газотурбинных двигателей. Соединения кобальта необходимы в лакокрасочной, а также в керамической, стекольной промышленности и для производства эмалированных изделий. Высокие издержки по восстановлению кобальта из руд и сравнительно низкое содержание в них этого металла обусловливают его высокую стоимость, превышающую вдвое стоимость никеля, что в свою очередь ограничивает сферы его применения. Компаниями, заинтересованными в расширении производства кобальта, принимаются меры к изысканию новых эффективных областей применения кобальта и его производных и разрабатываются технологические схемы более рентабельного извлечения кобальта из высокосортных руд. Для дальнейшего снижения цен на кобальт и увеличения его конкурентоспособности часть издержек производства компаний стремится отнести на стоимость извлекаемых из руд других полезных компонентов.

Общий объем потребления кобальта в капиталистических и развивающихся странах в 1970 г. составил 20 884 т, в 1971 г. — 22 019 т, в 1972 г. — 23 244 т, в 1973 г. — 24 516 т, в 1974 г. — 25 878 т и в 1975 г. — 27 285 т (тогда как в 1950 г. всего 4000 т).

Доля США в общем потреблении кобальта в среднем за 1971—1975 гг. составила 30,5%, Великобритании 10,9%, Японии и ФРГ по 9,5%. Использование кобальта в Японии в 1974 г. снизилось почти на 30% по сравнению с предыдущим годом и составило 2,8 тыс. т, в том числе в производстве магнитных сплавов было использовано 1,2 тыс. т (в 1973 г. — 2,1 тыс. т), жаропрочных сплавов — 0,6 тыс. т (0,5 тыс. т), быстрорежущей стали — 0,2 тыс. т (0,5 тыс. т).

В капиталистических и развивающихся странах производство кобальта в концентратах и продуктах металлургического передела возросло за 1950—1974 гг. с 7,0 до 24,9 тыс. т в пересчете на извлекаемый металл. В 1975 г. оно снизилось до 21,1 тыс. т и в 1976 г. до 19,1 тыс. т. Основную добычу обеспе-

чили Заир, где она увеличилась за эти годы с 5,7 до 17,5 тыс. т (13,6 в 1975 г. и 10,7 в 1976 г.) за счет переработки кобальтсодержащих медистых песчаников, Замбия — с 0,7 до 1,96 тыс. т (2,11 и 1,8) за счет переработки аналогичных руд, Канада — с 0,4 до 2,1 тыс. т (1,35 и 1,37) за счет переработки сульфидных медно-никелевых руд и Марокко — с 0,7 до 1,8 тыс. т (1,96 и 2,0) за счет собственно кобальтовых руд (рис. 10). Почти на одном уровне (1,3—1,4 тыс. т) сохраняется производство кобальта в Финляндии, где он извлекается из комплексных руд месторождения Оутокумпо. Исходя из прогнозируемого роста потребления кобальта в капиталистических и развивающихся странах в обозримой перспективе, можно ожидать, что к 1980 г. добыча его составит 26 тыс. т, к 1990 г. — 30 тыс. т, к 2000 г. — 36 тыс. т.

Быстро возрастает производство кобальта в Советском Союзе. Основными источниками его являются сульфидные медно-никелевые и силикатные никелевые руды; темпы дальнейшего производства, естественно, будут зависеть от развития добычи указанных руд.

Около 85% всего потребляемого молибдена в капиталистических странах используется в черной металлургии в основном для производства легированных, нержавеющих и инструментальных сталей (до 75%), при изготовлении чугунного литья (5—6%) и производстве специальных сплавов (5%).

Одним из самых важных свойств, которые молибден придает в качестве легирующего металла, является увеличение способности стали к закалке, что повышает вязкость

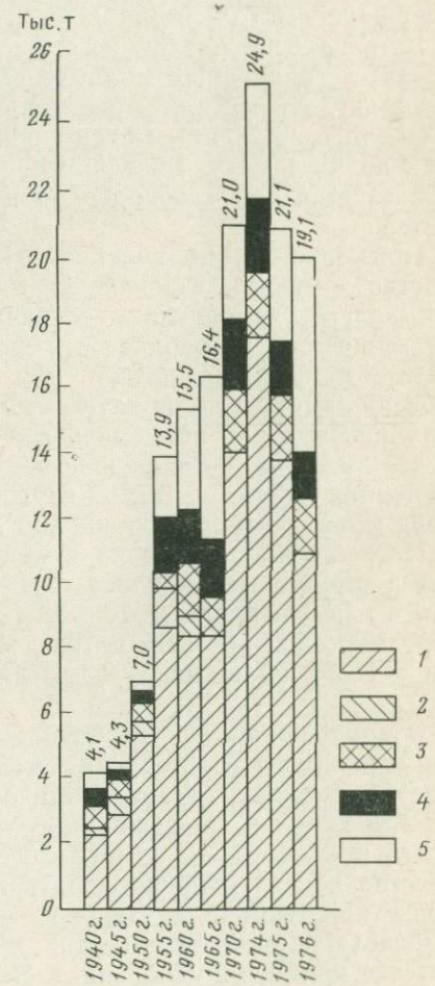


Рис. 10. Динамика добычи кобальта (в пересчете на извлекаемый металл) в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Заир; 2 — США; 3 — Замбия; 4 — Канада; 5 — прочие страны

и особенно сопротивляемость коррозии. Молибденовые стали имеют большое значение в машиностроении, в частности, при изготовлении автоматических устройств, а также химических реакторов для емкостей, находящихся под давлением.

Сталь, разработанная компанией «Америкэн металл Клеймакс инк» и содержащая около 1,6% марганца, 0,25% молибдена и 0,06% ниобия, получила мировое признание благодаря высокой прочности, большой вязкости даже при очень низких температурах и хорошей свариваемости. Она широко применяется в производстве труб для нефте- и газопроводов, при строительстве мостов и в производстве морского бурового оборудования. Растет использование нержавеющих сталей, содержащих 1—4% молибдена и 18—29% хрома, которые по качеству не уступают хром-никелевым сталям и более экономичны. В нефтяной промышленности используется антикоррозионная сталь, содержащая 0,75% молибдена и небольшую добавку ниobia.

Изготовление различных деталей из износостойких стали и чугуна, легированных молибденом, сокращает расход энергии, поскольку эти детали можно применять без термообработки. Кроме того, удлиняется срок службы, сокращаются потери времени на их замену. Вольфрам-циркониево-молибденовый сплав используется для газопроводов и изготовления турбинных лопастей.

Примерно 8% молибденового сырья используется при производстве химикалий, смазочных материалов, а также специальных красок, заменяющих токсичные свинцовые и хромовые, 4% молибдена потребляется в виде чистого металла. Большая часть молибдена используется в форме трехокиси и ферромолибдена, а также молибдата аммония, являющегося источником для производства молибденовых катализаторов, используемых в различных химических и нефтехимических процессах при газификации углей, а также служащего материалом для получения молибденового порошка.

Потребление молибдена в капиталистических и развивающихся странах увеличилось с 14 тыс. т в 1950 г. до 86 тыс. т в 1974 г. и снизилось до 70 тыс. т в 1975 г.; из этого количества в среднем за 1971—1975 гг. на долю США пришлось 40%, Японии — 11,5%, Франции — 6,3, Великобритании — 4,7% и ФРГ — 4,4%.

В зарубежной печати опубликовано множество различных прогнозов роста потребления молибдена в капиталистических и развивающихся странах. Они основаны на оценке предстоящего увеличения производства легированных и жаропрочных сталей и сплавов, более широкого использования молибдена в качестве конструкционного материала в электронной, ядерной и ракетной технике, а также на увеличении потребления его в химической промышленности и в сельском хозяйстве в качестве примеси в удобрениях. В связи с наметившимся превы-

шением производства молибдена над потреблением американские компании «Америкэн металл Клаймакс инк» и «Кеннекот коппер корпорейшн», на предприятиях которых сосредоточено основное производство молибденовых концентратов, осуществляют интенсивные научные исследования в поисках новых областей применения молибдена и его соединений.

В целом наиболее вероятно, что потребление молибдена в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г. не превысит достигнутый рекордный уровень 1974 г. и составит примерно 90 тыс. т, к 1990 г. оно возрастет до 120 тыс. т, к 2000 г.—до 150 тыс. т.

В начале текущего столетия вся мировая добыча молибдена исчислялась в 10 т, в 1913 г. она составляла всего лишь 131 т. Особенно быстро возросла добыча молибдена в десятилетие, предшествовавшее второй мировой войне. В капиталистических странах она увеличилась с 1940 т в 1929 г. до 16 785 т в 1940 г. Еще более возросла добыча молибдена в капиталистических и развивающихся странах в годы второй мировой войны.

В 1943 г. производство молибденовых концентратов достигло 30,6 тыс. т (по содержанию металла в концентрате), к 1950 г. оно снизилось до 14 тыс. т и после ряда спадов и подъемов только в 1960 г. превысило уровень 1943 г.; неизменно возрастающая в 1974 г. оно достигло 75,5 тыс. т; снизившись лишь в 1975 г. до 71,2 тыс. т, а затем снова возросло до 77,0 в 1976 г. (рис. 11). Почти всю добычу обеспечивают три страны—США (52,55 тыс. т в 1973 г., 50,81 тыс. т в 1974 г., 48,07 тыс. т в 1975 г. и 51,1 в 1976 г.), Канада (13,79, 13,94, 13,0 и 14,42 тыс. т) и Чили (4,94, 9,76 и 9,09 и 10,9 тыс. т).

Более половины общей добычи молибдена в этих странах приходится на долю нескольких штокверковых собственно молибденовых месторождений США и Канады, среди которых по масштабу

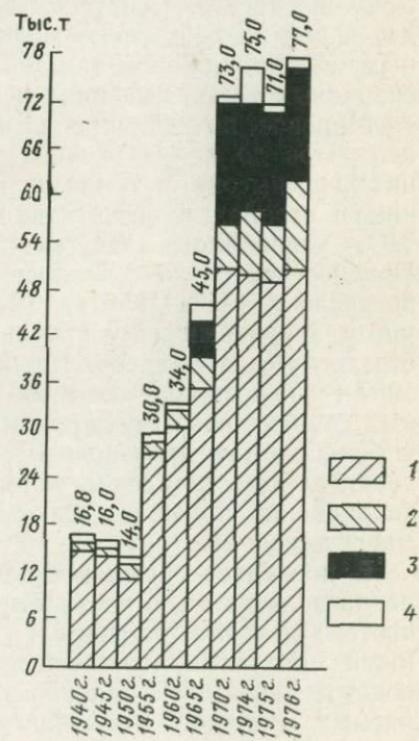


Рис. 11. Динамика производства молибдена в концентрате в капиталистических и развивающихся странах.
1 — США; 2 — Чили; 3 — Канада; 4 — другие страны

производства (около 25 тыс. т молибдена в концентрате в год) и качеству руд (0,21% молибдена и попутно извлекаемые вольфрам, пирит и олово) выделяется уникальное месторождение Клаймакс. В США в 1977 г. введено в эксплуатацию другое крупное месторождение богатейших руд (содержание молибдена 0,294%) Гендерсон, на базе которого создается горно-обогатительное предприятие годовой мощностью 22,7 тыс. т молибдена. Несмотря на то что руда будет извлекаться с глубины более 600 м и транспортироваться на обогатительную фабрику на расстояние более 24 км, эксплуатационные издержки здесь будут меньше, чем на руднике Клаймакс.

Примерно 48% общей добычи молибдена обеспечивается за счет попутного его извлечения при переработке меднопорфировых руд при содержании в них от 0,005 до 0,04—0,05%. Доля этих руд в производстве молибдена неизменно будет возрастать в связи с ожидаемыми форсированными темпами промышленного освоения новых меднопорфировых месторождений в ряде стран.

Производство молибденовых концентратов и потребление продуктов их переработки неизменно возрастает в социалистических странах соответственно ускоренному росту выплавки легированных сталей и специальных сплавов. Крупными производителями молибденовых концентратов являются Советский Союз и Китай. В Советском Союзе добыча молибдена производится как на собственно молибденовых штокверковых и жильных месторождениях, так и на меднопорфировых, жильных и скарновых месторождениях меди.

Мировое потребление и производство **вольфрамовых** концентратов до конца второй мировой войны развивалось сравнительно высокими темпами. В капиталистических и развивающихся странах производство концентратов (по содержанию WO_3) увеличилось с 0,4 тыс. т в 1901 г. до 24,8 тыс. т в 1944 г. Позднее оно резко снизилось (до 10 тыс. т в 1946 г.) и снова возросло в 1953—1956 гг. (27,6—28,6 тыс. т) в связи с большими закупками сырья правительством США для создания стратегических запасов. После экономического кризиса 1956—1957 гг. и прекращения этих закупок предложение вольфрамовых концентратов на мировом рынке стало превышать спрос, и у большинства производителей и потребителей накапливались значительные складские запасы. Отсутствие спроса привело к сокращению добычи и закрытию вольфрамовых рудников во многих странах.

В последнее время несколько расширились области применения вольфрама, в частности возросло потребление его в виде чистого металла, расширился ассортимент сплавов его с цветными металлами, началось использование вольфрама в производстве двигателей для реактивных самолетов, ракет и управляемых снарядов. Важнейшей областью применения вольфра-

ма (около 50% общего потребления) стало производство металлокерамических сплавов высокой твердости (карбидов вольфрама).

По данным Горного бюро США, примерно 50—53% вольфрама в стране расходуется на производство карбидов, составляющих основу твердых сплавов, используемых в производстве режущих и износостойких материалов, около 15—20% на получение чистого металла и на сплавы на его базе, на производство нержавеющих, легированных, инструментальных и быстрорежущих марок стали, и 5—8% на изготовление сплавов цветных металлов. Основной отраслью, потребляющей вольфрамовую продукцию, является металлообрабатывающая промышленность, использующая около 50% вольфрама; на долю производства горного и строительного оборудования приходится около 25%; транспортное и электротехническое машиностроение потребляют примерно по 10%, химическая и другие отрасли промышленности — около 5%.

Соотношение объемов потребления вольфрама и молибдена в стране составляет 1 : 7, что в основном обусловлено наличием колоссальных запасов богатых руд молибдена при сравнительно ограниченных ресурсах вольфрама. В капиталистических странах Западной Европы и Японии отмечается обратная тенденция в соотношении потребления этих металлов, хотя структура потребления вольфрама аналогична американской. Большая доля вольфрама в этих странах потребляется для производства стали; второе место по объему потребления занимает производство твердых сплавов. Больше они используются в транспортном машиностроении и металлообрабатывающей промышленности и меньше — в производстве горного и строительного оборудования.

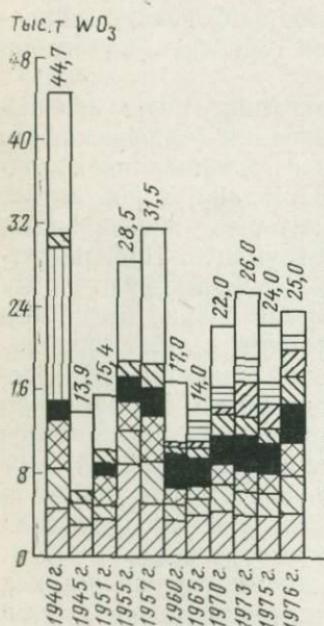
В ряде стран ведутся научные исследования с целью выявления новых областей возможного использования вольфрама, его сплавов и соединений. Так, продолжаются исследования карбидов вольфрама с покрытием из карбидов титана, в результате которых разработаны новые их сорта, которые обеспечивают более длительный срок эксплуатации инструмента. Производятся исследования по улучшению качества вольфрамо-галогенных ламп; выпуск этих ламп за последнее время возрос более чем в 10 раз. Одна из таких вольфрамо-галогенных ламп, предназначенных для фотографии, обладала такой яркостью, что воспламенялся лист бумаги на расстоянии до 60 см. Разработана система для предохранения от обледенения окон автомобилей и сгущения влаги на них, которая состоит из тонкой вольфрамовой проволоки, проложенной в покрытии из стекла и пластика. Ток, проходя через проволоку, нагревает ее. Размер проволоки таков (0,025 мм), что не препятствует видимости.

Большой интерес вызывают вольфрамовые соединения как катализаторы. Окиси сульфидов и целая серия вольфраматов

были исследованы в ряде реакций, таких, как изомеризация, гидрогенизация, окислительный аммонолиз и др. Проведенные исследования вольфраматов как предупреждающих коррозию пигментов показали, что они обладают предохранительными свойствами гораздо более сильными, чем хроматы.

В последнее время в связи с превышением спроса на вольфрам над предложением и значительно возросшими ценами на него усилилась тенденция использовать инструментальные стали с высоким содержанием молибдена вместо сталей с высоким содержанием вольфрама. Инструментальные стали с содержанием вольфрама 18 и 14% постепенно уступают место молибденовым стальям, содержащим 6% вольфрама. Ведутся исследования по замене карбидов на основе вольфрама сплавом более дешевых металлов. Ожидается также уменьшение использования вольфрама в электронике и осветительной технике.

В 1974 г. потребление вольфрама в капиталистических и развивающихся странах составило 32,4 тыс. т, доля США при этом составила (в %) 34,2, Великобритании — 15,8, ФРГ — 10,7, Японии — 9,5, Франции — 7. Опубликованные в зарубежной печати прогнозы дальнейшего роста потребления вольфрама в США и других ведущих капиталистических странах на 6—7% в год представляются весьма завышенными, особенно учитывая состояние минерально-сырьевой базы. Потребление вольфрама в Советском Союзе возрастило более высокими темпами, чем в капиталистических странах, и эта тенденция будет сохраняться в ближайшей перспективе.



Производство вольфрамовых концентратов в капиталистических и развивающихся странах увеличилось с 10,2 тыс. т в 1950 г. до 25,2 тыс. т в 1974 г., 24,0 в 1975 г. и 25,2 тыс. т по содержанию WO₃ в 1976 г. (рис. 12) — почти в 3 раза меньше, чем производство молибдена в этих странах. Добыча вольфрама производится в 27 указанных странах, но ос-

Рис. 12. Динамика производства вольфрама в концентрате в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Боливия; 3 — Португалия; 4 — Южная Корея; 5 — Китай; 6 — Австралия; 7 — Таиланд; 8 — Канада; 9 — прочие страны

новную ее часть (около 70%) обеспечивают (в тыс. т): США — 4,3 в 1974 г., 3,2 в 1975 г. и 3,4 в 1976 г.; Южная Корея — 2,9; 3,1; 3,2; Таиланд — 2,8; 2,4; 2,5; Боливия — 2,6; 3,1 и 3,2; Португалия — 1,9; 1,4 и 1,8; Канада — 1,6; 1,4 и 1,5 и Австралия — 1,5; 1,9 и 1,9.

В 1973 г. конъюнктура капиталистического рынка вольфрама характеризовалась в отличие от нескольких предыдущих лет значительным превышением спроса над предложением. Этот дефицит покрывался в основном за счет реализации значительных запасов концентрата, имевшихся на складах у производителей и перепродавцов. К началу 1973 г. эти запасы по разным данным оценивались в 5—7 тыс. т трехокиси вольфрама, к концу года они были почти полностью исчерпаны. Была разработана новая программа реализации вольфрама из излишков стратегических запасов США, составляющих на начало 1973 г. 73,5 тыс. т трехокиси вольфрама в рудах, концентратах и других материалах. Из них подлежали реализации 39,5 тыс. т и рассматривается вопрос о дополнительной реализации еще 31,5 тыс. т. Намечалось ежемесячно предлагать к продаже 1,1—1,6 тыс. т трехокиси вольфрама в концентрате, из которых 2/3 будут предназначены для местных потребителей и 1/3 — для экспортёров.

Собственная добыча вольфрама в капиталистических развивающихся странах в последние годы не удовлетворяла их потребности в вольфраме; значительная часть вольфрама ввозилась из Китая. Судя по состоянию сырьевой базы этих стран и природных возможностей ее развития без резкого увеличения себестоимости концентратов производство их, вероятно, к 1980 г. не превысит 30 тыс. т (по содержанию WO_3), к 1990 г. — 35 тыс. т и к 2000 г. — 40 тыс. т.

Крупнейшим в мире производителем вольфрамовых концентратов до последнего времени являлся Китай, месторождения которого характеризуются весьма благоприятными горнотехническими условиями разработки. Неизменно увеличивается добыча вольфрамовых руд в Советском Союзе, где предусматривается значительное развитие производства вольфрамовых концентратов путем увеличения производственных мощностей действующих горнодобывающих предприятий и строительства новых, в частности на базе месторождений Приморского края и Казахстана. Добыча вольфрамовых руд в сравнительно небольших объемах производится в КНДР, МНР, ГДР и ЧССР.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Ускоренными темпами возрастает потребление цветных металлов. Быстрое развитие важнейших отраслей промышленности — электропромышленности, радиопромышленности, электроники, космической и атомной техники, самолетостроения, машиностроения, автостроения, ракетостроения и многих других —

было бы невозможным без применения цветных металлов. Руды этих металлов (особенно меди, никеля, свинца и цинка) обычно содержат в промышленных концентрациях разнообразные по-путные полезные компоненты — золото, серебро, мышьяк, серу, барит, редкие металлы и рассеянные элементы. Последние обладают уникальными физическими и химическими свойствами и поэтому стали незаменимыми во многих современных отраслях промышленности: это кадмий, добавка которого в сплавах делает медь доступной для холодного волочения, индий, сообщающий сплавам повышенную антакоррозийность, германий, селен, теллур — основное сырье для производства полупроводников, галлий, сплавы которого способны излучать потоки электронов при низких температурах, что широко используется в сигнальной аппаратуре, таллий, являющийся основой современной фотоэлектронной техники, инфракрасной и ультрафиолетовой оптики, и др. Области промышленного применения редких металлов и рассеянных элементов неизменно расширяются.

За истекшие 25 лет мировое потребление и производство основных цветных металлов возросло в несколько раз и соответственно увеличилась их добыча. По объему добычи большая часть цветных металлов значительно уступает черным и легирующим, хотя по общей ценности добытого сырья эти две группы металлов отличаются мало. За эти годы потребление алюминия в капиталистических и развивающихся странах увеличилось в 8,6 раз, рафинированной меди — в 2,5 раза, рафинированного свинца — в 2 раза, чушкового цинка — в 2,6 раза, первичного олова и ртути в 1,7 раза и сурьмы — в 1,9 раза. Более форсированными темпами возрастало потребление этих металлов в Советском Союзе.

Наиболее быстро развивается потребление **алюминия**, универсальные свойства которого (низкий удельный вес, высокая электропроводность и теплопроводность, пластичность, механическая прочность, устойчивость против коррозии и др.) обусловили его широкое применение во всех областях промышленности и эффективное использование в качестве заменителя меди, свинца, цинка, олова и других металлов.

В электротехнике 1 т алюминия заменяет 2 т меди, а в кабельной промышленности — до 4 т свинца. Алюминий почти со всеми металлами (кроме свинца) дает сплавы и химические соединения. В мировом производстве известно более 500 тысяч различных изделий, полностью или частично изготавливаемых из алюминия и его сплавов. Наиболее быстро возрастает применение алюминия в строительстве (кровли, радиаторы, оконные рамы, складские помещения, сборные дома и пр.). Так, в 1975 г. на строительство в США было использовано 1363 тыс. т, или около 25% общего потребления первичного и вторичного алюминия. Видное место среди основных отраслей, потребляющих алюминий, занимает транспортное машиностроение, включая

самолето-, авто-, судо- и вагоностроение. В 1975 г. на транспортное машиностроение в США израсходовано 1169 тыс. т алюминия.

Быстро развивающейся областью применения алюминия является производство различных упаковочных материалов. В США для этой цели израсходовано 1027 тыс. т; алюминий успешно конкурирует с белой жестью в производстве тары для консервированных продуктов.

Крупным потребителем алюминия является электропромышленность. Из алюминия изготавливают обмотку моторов, трансформаторов, цоколи ламп, конденсаторы высоких напряжений, кабель, провода высоковольтных линий передач и др. В США в 1975 г. на электротехнику израсходовано 780 тыс. т алюминия. Все новые магистрали и распределительные воздушные линии электропередач теперь оборудуются алюминиевыми проводами и все чаще используются алюминиевые подземные кабели.

Применение алюминия в металлургии создало новую отрасль — алюминотермию. Используя химическую активность алюминия к кислороду, получают трудновосстановимые тугоплавкие металлы — хром, никель, марганец и др. В последнее время с помощью алюминия стали получать щелочноземельные металлы — кальций и барий — и даже щелочные металлы, например литий. Алюминий используют в металлургии еще и в качестве раскислителя и для легирования стали. Зеркала с алюминиевым покрытием (в отличие от серебряных зеркал) хорошо отражают видимые и ультрафиолетовые лучи; они более устойчивы по отношению к сероводороду и другим газам.

Алюминий и сплавы на его основе нашли широкое применение для изготовления стрел к кранам и драгам, деталей экскаваторов, подвижных конструкций мостовых кранов, дождевальных и ирригационных труб и т. д. Также широкое распространение алюминий получил для изготовления предметов домашнего обихода (посуда, мебель) или так называемых потребительских товаров длительного пользования. Растет использование алюминиевой фольги в электронной технике, в пищевой промышленности.

Алюминий в виде порошка широко используется в производстве ракетного топлива. В некоторых новых американских ракетах его доля в общем весе твердого топлива достигает 20%. Для одной ракеты-носителя «Сатурн» расход порошкообразного алюминия составляет около 36 т.

В последнее время в Австралии разработан метод «дисперсионной закалки» алюминия. Закаленный по этому методу металл по прочности в 4—5 раз превышает обычный, хорошо противостоит низким температурам, а также нагреву до 400°С и имеет высокую сопротивляемость на разрыв. Такой алюминий, как считают специалисты, может найти широкое применение в

авиа- и ракетостроении. В связи с резко возросшими ценами на нефть намечается тенденция замены в некоторых сферах потребления пластмасс алюминием.

Потребление первичного алюминия в капиталистических и развивающихся странах увеличилось с 1297 тыс. т в 1950 г. до 11180 тыс. т в 1974 г., из них на долю США в 1974 г. пришлось 44,9%, Японии — 12,6%, ФРГ — 7,9%, Франции — 4,6%, Англии — 4,4% и Италии — 3,1%. В 1975 г. потребление снизилось до 8713 тыс. т. По прогнозу зарубежных экспертов предполагалось, что потребление алюминия в этих странах будет и в дальнейшем продолжать увеличиваться каждое десятилетие в 2 раза. Считалось, что потребление металла будет расширяться во всех областях его применения, особенно в строительстве, автомобильной и электротехнической промышленности, в производстве упаковочных материалов и потребительских товаров длительного хранения.

Более вероятным представляется, что в дальнейшем потребление первичного алюминия будет увеличиваться примерно на 40% в каждое десятилетие; в 1980 г. оно достигнет 12 млн. т, к 1990 г. — 17 млн. т и к 2000 г. — 25 млн. т; соответственно, в США — 6,0, 7,5 и 10 млн. т.

Производство первичного алюминия в капиталистических и развивающихся странах увеличилось с 1300 тыс. т в 1950 г. до 10903 тыс. т в 1974 г., из них на долю США приходится более 40%, Японии — 11%, Канады — 10%, Норвегии — 6%, ФРГ — 5%, Франции — 4%, Австралии и Новой Зеландии — около 4%. Доля развивающихся стран составляет всего немногим более 7% общего производства алюминия.

В 1975 г. производство алюминия сократилось до 9708 тыс. т. Возрастает производство вторичного алюминия, почти целиком сосредоточенное в промышленно развитых капиталистических странах. В 1974 г. оно составило 2825 тыс. т (2460 тыс. т в 1975 г.), в том числе 1082 — в США, 517 — в Японии, 324 — в ФРГ, 216 — в Великобритании, 215 — в Италии и 128 — во Франции. Возросли складские запасы алюминия в 1975 г., достигшие 4,9 млн. т.

Мощности по производству первичного алюминия к началу 1976 г. составили 11929 тыс. т, мощности по производству глинозема — 26535 тыс. т (на начало 1974 г.), в том числе соответственно в США — 4612 и 7040, Японии — 1450 и 2383, Канаде — 1066 и 1258, Норвегии — 688 (первичный аллюминий), ФРГ — 548 и 1751, Франции — 431 и 1301, Великобритании — 361 и 100, Италии — 295 и 1301 и Австралии — 239 и 4926 тыс. т. Крупными производителями глинозема являются Ямайка (3000 тыс. т), Суринам (1301 тыс. т), Гвинея (700 тыс. т), Индия (630 тыс. т) и Греция (500 тыс. т).

Сырьем для производства первичного алюминия в зарубежных странах служат бокситы, добыча которых возрастает в

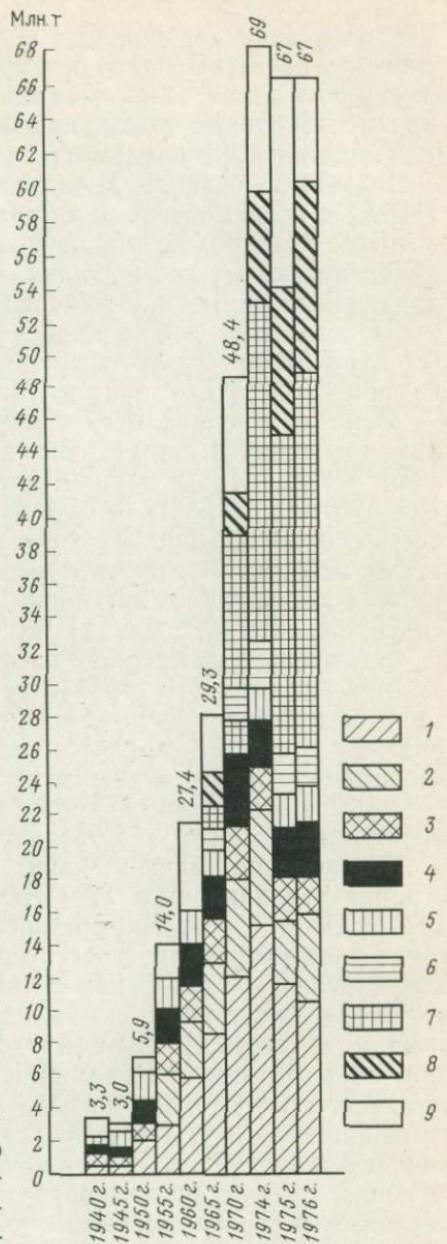
Рис. 13. Динамика добычи бокситов в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Ямайка; 2 — Суринам; 3 — Франция;
4 — Габон; 5 — США; 6 — Греция; 7 —
Австралия; 8 — Гвинея; 9 — прочие страны

полном соответствии с повышением уровня его производства. В капиталистических и развивающихся странах она увеличилась с 6,8 млн. т в 1950 г. до 69,1 млн. т в 1974 г., затем снизилась до 66,7 млн. т в 1975 г., а в 1976 г. составила 66,9 млн. т (рис. 13). Месторождения бокситов разрабатываются в 22 странах, но основная часть добычи (90—88 %) приходится на восемь стран (Австралия — 20 млн. т в 1974 г., 21 млн. т в 1975 г., 23 млн. т в 1976 г.; Ямайка — соответственно 15, 12 и 11; Суринам — 7, 5 и 5; Гвинея — 7,8, 11 и 11; Гайана — 4, 4 и 3; Греция — 2,8, 3,2 и 2,5; Франция — 3, 2,6 и 2,3; США — 2,0, 1,8 и 2,0).

В последнее время основной прирост добычи бокситов обеспечивается разработкой крупнейших месторождений, выявленных в Австралии, где по сравнению с 1966 г. она увеличилась в 20 раз.

Для производства алюминия используется примерно 90 % общего потребления бокситов. Остальная часть применяется в производстве огнеупорных изделий для металлургических и цементных печей, как сырье для получения высокоглиноземистого цемента, обладающего способностью быстро схватываться, и производства искусственного корунда, идущего для изготовления шлифовальных, полировочных и точильных изделий. В химической промышленности бокситы используются



для получения сернокислых солей алюминия, в черной металлургии в качестве флюса при производстве мартеновских сталей для разжижения шлака, заменяя плавиковый шпат, а также при производстве красок красного цвета в качестве сорбентов для очистки нефтепродуктов.

В 1974 г. создана Международная бокситовая ассоциация (МБА) с целью обеспечения рационального использования бокситовых месторождений, отчисления более справедливой доли доходов в пользу добывающих стран, ограничения влияния международных компаний в бокситодобывающих странах, содействия созданию собственной алюминиевой промышленности. Членами МБА стали Австралия, Гайана, Суринам, Гвинея, Сьерра-Леоне, Югославия и Ямайка.

Одно из ведущих мест в мире по производству и потреблению алюминия и добыче алюминиевого сырья занимает Советский Союз. Интенсивно разрабатываются Североуральская, Тихвинская и Турайская группы месторождений бокситов; в качестве сырья для производства глинозема в СССР используются также нефелиновые руды Мурманской и Кемеровской областей. Страна экспортирует алюминий (502 тыс. т в 1975 г.) и импортирует бокситы (3,5 млн. т).

Значительно расширяется география производства алюминия за счет интенсивного строительства крупных глиноземных и алюминиевых заводов и расширения действующих предприятий в районах восточнее Урала, обладающих огромными и дешевыми топливно-энергетическими ресурсами.

Добыча бокситов и производство глинозема и алюминия производятся также в Югославии, Венгрии, Румынии и Китае.

Потребление меди в капиталистических и развивающихся странах увеличилось с 2559 тыс. т в 1950 г. до 6391 тыс. т в 1974 г. Этому росту способствовали такие ее свойства, как высокие электропроводность (уступающая только серебру) и теплопроводность, химическая устойчивость, хорошая ковкость и тягучесть, а также способность легко образовывать сплавы с другими металлами. В США, на долю которых приходится более 35% общего потребления меди в этих странах, свыше половины потребляемого металла используется в электротехнической промышленности, 16% — в строительстве, 12% — в промышленном машиностроении, 8% — в транспортном строительстве, 6% — в военном, 5% — в прочих отраслях промышленности. В электротехнической промышленности она применяется для создания линий электропередач и в производстве деталей для электродвигателей, трансформаторов, генераторов и разнообразных других электрических машин и конструкций. Для этого требуется преимущественно электролитически рафинированный металл, в котором содержание меди составляет не менее 99,95%. Чистая медь также широко применяется для строительства различных средств связи.

25-26-81, лист 8

В последнее время медь стала использоваться в производстве электронных машин. На изготовление одной электронной вычислительной машины расходовалось 7,1 т меди и медных сплавов, в том числе 3 т чистой меди. Неизменно возрастает потребление меди в радиотехнической промышленности, ракетостроении и атомной энергетике.

Много меди и сплавов на ее основе потребляет машиностроительная и автомобильная промышленность.

Сравнительно новой, но быстро развивающейся областью применения меди является производство тонкостенных медных трубок (толщиной 2—6 мм, диаметром 1,25—2,54 см) для установок кондиционирования воздуха. Все больше используются медь и ее сплавы в строительной промышленности, особенно в санитарной технике.

Исключительно разнообразны области применения медных сплавов с цинком (латуни), оловом, алюминием, свинцом, бериллием, кремнием (оловянные и специальные бронзы), никелем (мельхиор, нейзильбер, константан) и др. Латуни используются при изготовлении труб, листа, деталей часов, многих точных приборов и механизмов. Бронзы применяются в машиностроении для ответственных отливок, арматуры, подшипников; алюминиевые бронзы — в автомобилестроении, приборостроении, часовом производстве, ювелирном деле и в медицине для производства хирургических инструментов. В производстве предметов быта и художественных изделий широко используются сплавы меди с никелем, благодаря способности хорошо полироваться, долго сохранять блеск и цвет. Сплавы меди с никелем и алюминием требуются для чеканки монет. В сельском хозяйстве находит применение медь (в микроудобрениях) и ее химические соединения — например, медный купорос (для борьбы с вредителями).

При общем росте потребления меди в капиталистических и развивающихся странах (в среднем 4,2% в год) одновременно возрастает и применение ее заменителей — алюминия, пластмасс, легированных сталей, которые постепенно начинают вытеснять медь в электротехнической промышленности, автомобилестроении, производстве подшипников и предметов домашнего обихода. Так, в производстве электрических проводов и кабеля вместо меди стал широко использоваться алюминий, хотя его электрическое сопротивление почти в 1,6 раза больше, чем у меди, что вызывает кратное увеличение сечения проводов из алюминия, и кроме того, алюминиевый провод менее прочен и труднее поддается пайке. Но алюминий дешевле меди, а вес алюминиевых проводов намного легче медных.

В последние годы доля вторичной меди в общем потреблении этого металла достигла 25—40% и в будущем, вероятно, будет возрастать во всех странах. Следует иметь в виду, что

почти вся когда-либо добытая медь все еще находится в обращении.

В 1975 г. потребление меди по сравнению с 1974 г. сократилось на 17% и составило 5360 тыс. т. В США оно сократилось (в тыс. т) с 1995 до 1396, Японии — с 881 до 827, ФРГ — с 731 до 635, Франции — с 414 до 364, Великобритании — с 497 до 451 и Италии — с 308 до 399.

Снижение спроса произошло почти одновременно во всех отраслях промышленности, потребляющих медь: автомобильной, строительной, электротехнической.

По прогнозу Международного совета по меди (1975 г.) в ближайшем будущем потребление меди в капиталистических и развивающихся странах будет возрастать со скоростью 4% в год.

В капиталистических и развивающихся странах добыча меди (по содержанию в концентратах, а по некоторым странам, в том числе США и Канаде в пересчете на извлекаемый металл) увеличилась с 2209 тыс. т в 1950 г. до 6025 в 1974 г. и снизилась до 5579 тыс. т в 1975 г. (рис. 14). Она производится в 38 странах, но большую часть добычи (примерно 90%) обеспечивают (в тыс. т) США (1449 в 1974 г. и 1280 в 1975 г.), Чили (902 и 828), Канада (821 и 734), Замбия (698 и 678), Заир (496 и 495), Австралия (251 и 219), Филиппины (226 и 226), Перу (213 и 174), Папуа — Новая Гвинея (184 и 173) и ЮАР (179 и 179). В 1976 г. добыча меди в капиталистических и развивающихся странах возросла до 6054 тыс. т.

Рост добычи меди сопровождается существенными изменениями качества разрабатываемых руд (за счет снижения в них содержания металла) и неуклонным увеличением доли открытых разработок. Так, среднее содержание меди в добываемых рудах в США снизилось с 1% в 1950 г. до 0,8% в 1965 г. и до 0,6% в 1975 г., а доля открытой добычи достигла 90%.

При подсчете общих издержек производства на 1 т рафинированной меди в капиталистических и развивающихся странах добыча занимает 28%, обогащение — 34%, плавка — 22% и рафинирование — 5%.

Производство рафинированной меди возросло с 2800 тыс. т в 1950 г. до 6789 тыс. т в 1974 г. и снизилось до 6105 тыс. т в 1975 г., а производство меди из вторичного сырья в эти годы составило 498, 1127 и 884 тыс. т, соответственно в США — 219, 437 и 300 тыс. т.

Производственные мощности медеплавильных заводов в капиталистических и развивающихся странах к началу 1976 г. достигли 7746 тыс. т, в том числе 1986 тыс. т в США и 1281 тыс. т в Японии.

По последним данным Международного совета по меди, мощности по добыче меди капиталистических и развивающихся стран должны увеличиться с 7,3 тыс. т в 1975 г. до 9,9 тыс. т

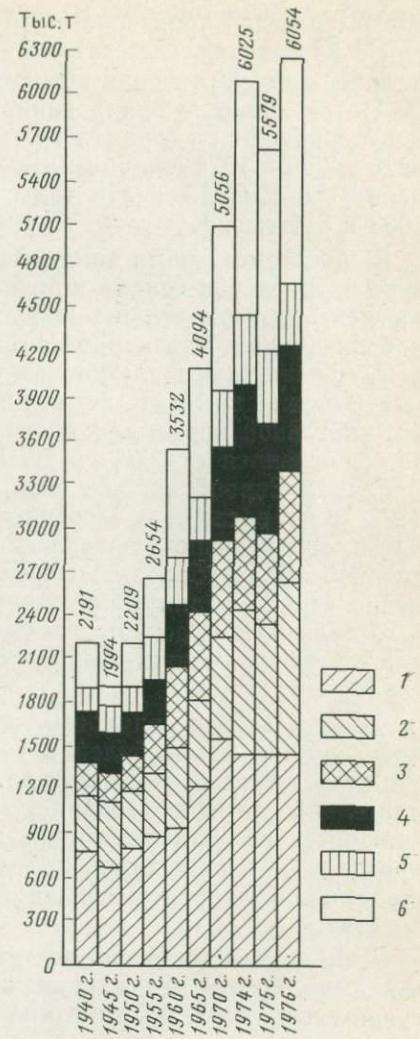
Рис. 14. Динамика производства меди (извлекаемое содержание в рудах и концентрататах) в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Чили; 3 — Замбия; 4 — Канада; 5 — Заир; 6 — прочие страны

в 1980 г., т. е. на 26%, а мощности медеплавильных предприятий возрастут за этот же период на 21%.

До экономического спада предполагалось, что добыча меди в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г. достигнет 9 млн. т (по предположению автора 7 млн. т), в 1990 г. — 12 млн. т (8,5 млн. т) и в 2000 г. — 15 млн. т (10 млн. т). Почти весь прирост прогнозируемой добычи должен быть получен за счет разработки новых месторождений меднопорфировых руд, освоение которых уже начато во многих странах.

Быстрыми темпами возрастает потребление и производство меди в Советском Союзе, где разрабатывается около 40 месторождений собственно медных руд и примерно из такого же количества месторождений других полезных иско- паемых медь извлекается в качестве попутного компонента. Дополнительными источниками добычи меди становятся недавно открытые и освоенные промышленностью месторождения сульфидных медно-никелевых руд. За последние годы значительно расширены производственные мощности медедобывающей и медеперерабатывающей промышленности как за счет ввода в строй новых предприятий, так и за счет модернизации действующих. Несмотря на рост потребления заменителей, потребность в меди неизменно повышается, и для ее удовлетворения предусматривается ввод в эксплуатацию ряда месторождений резерва. Возрастает экспорт меди из страны. В 1974 г. он достиг 248 тыс. т.



Развивается производство меди в Польше, а также в Болгарии и Югославии, где создана значительная сырьевая база для дальнейшего увеличения выплавки этого металла.

Потребление рафинированного **свинца** в капиталистических и развивающихся странах возросло с 1552 тыс. т в 1950 г. до 3220 тыс. т в 1974 г. и снизилось до 2709 тыс. т в 1975 г. Потребление его в США в эти годы составило соответственно 1099, 1033 и 811 тыс. т.

В последнее время заметные изменения произошли в структуре потребления свинца и значительно расширились сферы его применения. Сократилось использование свинца в производстве кабеля (в качестве коррозионноустойчивой оболочки), в связи с вытеснением его алюминием и термопластиками: 1 т пластмассы может заменить 3 т свинца. Например, в США удельный вес кабельной промышленности в общем потреблении этого металла снизился с 12,5% в 1950 г. до 2% в 1975 г. В странах Западной Европы он все еще является достаточно высоким (12—28%) в связи с освоением нового метода непрерывного литья, значительно удешевляющего процесс свинцового покрытия кабеля. Наиболее ускоренными темпами развивалось потребление свинца в аккумуляторной промышленности, где из него изготавливаются пластины аккумуляторов, решетки которых делаются из сурьмянисто-свинцового сплава и заполняются смесью свинца и глета.

Потребность в свинцовых аккумуляторах в связи с ростом производства автомобилей и тракторов, несмотря на достигнутое сокращение расхода металла на единицу продукции и более длительное ее использование, неуклонно возрастала до 1975 г. включительно. Эта тенденция может заметно усиливаться, если проводимые в ряде стран интенсивные исследования в области создания электроавтомобилей приведут к развитию их производства.

Для производства аккумуляторов применяются также никель и кадмий, но эти металлы значительно дороже свинца и не могут являться серьезными его конкурентами.

В ряде капиталистических стран продолжаются разработки новых типов аккумуляторных батарей. Например, в Великобритании свинцово-кислотный аккумулятор предполагается заменить сернисто-натриевым, который в 5 раз легче и в 3 раза меньше первого.

Снижение спроса на свинец в 1975 г. было вызвано прежде всего сокращением спроса на него со стороны автомобильной промышленности в связи с сокращением производства аккумуляторных батарей. В США по сравнению с 1974 г. использование свинца на эти цели сократилось на 32,5%, в Великобритании — на 17,5%, Японии — почти в 2 раза. Однако, доля этой статьи потребления продолжает оставаться в этих странах са-

мой высокой: в США — 50% (1974 г.— 53%), Великобритании — 32% (25%), Японии — 41% (49%).

До последнего времени неизменно также возрастало потребление тетраэтила свинца, применяемого в качестве антидетонаторной добавки в бензин. Количество свинца, используемого для этой цели, в США увеличилось с 100,8 тыс. т в 1950 г. до 249 тыс. т в 1973 г. и снизилось до 189 тыс. т в 1975 г., что составляет 19% общего потребления этого металла.

В связи с усилением мер по охране окружающей среды от загрязнения в ряде стран, возможно, несколько снизится потребление свинца для производства тетраэтила. Так, в США Агентством по защите окружающей среды объявлены новые нормы использования тетраэтила свинца, согласно которым содержание свинца во всех сортах бензина должно быть снижено до 0,21 г/л к 1978 г. (по действующим нормативам допускается 0,53 г/л).

Заметно снизилось количество свинца, используемого для производства красок (белил, сурика и глета), вследствие их токсичности. Глет, кроме лакокрасочной промышленности, используется в резиновой, керамической и стекольной промышленности. Свинец применяется для защитных покрытий химической и электролитической аппаратуры, для футеровки сернокислотных камер, травильных и электролизных ванн. С увеличением использования атомной энергии возрастет, по-видимому, потребление свинца для защиты от радиоактивного излучения. Кроме того, свинец, как полагают, будет использоваться в большом количестве в производстве контейнеров для хранения радиоактивных материалов. Свинец, вероятно, будет применяться при изготовлении новых красок для металлов, органосвинцовых соединений, а также в строительстве в качестве звукоизолирующего материала. Процесс непрерывного литья свинцовых полос, резко снижающий себестоимость, способствует росту применения листов и полос из чистого свинца, особенно пригодных для снижения звукопроводимости в зданиях и промышленных установках. Новые свинцовые пигменты имеют существенные преимущества по сравнению с другими материалами, используемыми для покрытия стали.

Расширяется использование ферритов свинца в качестве магнитов для небольших электродвигателей и в различной электронной высококачественной аппаратуре. Исследуются новые области применения теллуридов свинца для термоэлементов, хроматов свинца в пигментной промышленности; свинец нужен для получения стабилизаторов для производства пластиков, свинцового стекла для телевизоров.

Предполагается, что потребление свинца в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г. составит примерно 3,0 млн. т, в 1990 г. — 4,0 млн. т и в 2000 г. — 5,0 млн. т.

Потребление чушкового цинка в капиталистических и развивающихся странах возросло с 1738 тыс. т в 1950 г. до 4815 тыс. т в 1973 г. и снизилось до 3424 тыс. т в 1975 г. В США потребление его в эти годы составило соответственно 877, 1364 и 839 тыс. т.

В структуре потребления цинка существенных изменений не произошло. Основными областями его применения по-прежнему остаются оцинкование и производство сплавов под давлением.

До начала шестидесятых годов около 40% общего потребления цинка в капиталистических странах использовалось на оцинкование изделий. В последнее время доля этой области потребления цинка несколько снизилась за счет более быстрого развития производства сплавов на основе цинка для литья под давлением, но общее количество металла, используемого для оцинкования, не уменьшилось. Несколько сократился удельный расход цинка на оцинкование единицы продукции в связи с дальнейшим внедрением электролитического покрытия.

На оцинкование стальных изделий в США в 1974 г. израсходовано примерно 37—39% цинка, в Японии — до 50%, в ФРГ — свыше 30% и в Великобритании — свыше 25%.

Все большее значение приобретают сплавы на основе цинка с добавкой алюминия, меди и магния. Они обладают высокими литейными качествами, низкой температурой плавления и широко используются для литья под давлением, так как позволяют получать массовую продукцию, иногда весьма сложной конфигурации, не нуждающуюся в дальнейшей обработке на станках. Рост производства цинковых сплавов под давлением в последние годы в значительной мере связан с увеличением выпуска автомобилей (при производстве одной стандартной автомашины используется более 40 кг цинка) и увеличением потребления этих сплавов в общем машиностроении и других отраслях промышленности.

Большое количество цинка расходуется на производство латуни и бронзы; например, в Великобритании для этой цели расходуется $\frac{1}{3}$ общего потребления металла. В сравнительно небольших количествах цинк идет в прокат для получения листового цинка. Цинк входит в состав мельхиора, антифрикционного металла, а также типографского сплава (сплав цинка со свинцом, оловом и сурьмой). Большой интерес представляет новый сплав цинка с медью и титаном, обладающий повышенным сопротивлением к излому. Цинк (в виде стружки и пыли) применяется при рафинировании свинца на свинцовых заводах для извлечения золота и серебра. Он используется также при производстве аккумуляторных батарей. Окись цинка применяется в резиновом производстве как наполнитель, в гидрометаллургии цинка — для очистки сернокислого цинка от меди, свинца и кадмия, в медицине и химической промышленности — для получения различных препаратов и медикаментов. Значительные ко-

личества окиси цинка идут для изготовления белой краски (цинковых белил).

Новой областью потребления может стать применение цинкоорганических соединений в процессе полимеризации. Увеличивается использование цинка, по-видимому, при производстве цинковых соединений, применяемых в сельском хозяйстве для минеральной подкормки растений и животных.

Предполагается, что в капиталистических и развивающихся странах потребление цинка в 1980 г. составит 4,8 млн. т, в 1990 г.—5,8 млн. т и в 2000 г.—7 млн. т, соответственно в США — 1,4, 1,7 и 2,1 млн. т.

Основными источниками добычи свинца и цинка являются полиметаллические руды, в которых соотношение этих металлов порядка 1 : 1,7. Поэтому хотя темпы развития добычи руд этих металлов примерно совпадают, но добыча цинка превышает добычу свинца, тем более что в неизменно возрастающем количестве цинк извлекается при переработке медноколчеданных руд, не содержащих свинца. Так, добыча свинца (по содержанию в концентрате) в капиталистических и развивающихся странах увеличилась с 1424 тыс. т в 1950 г. до 2399 тыс. т в 1975 г., а добыча цинка соответственно с 1814 до 4470 тыс. т (рис. 15 и 16). Эти металлы добываются в 39 странах, но большую часть (71% свинца и 75% цинка) добычи обеспечивают Канада (352 и 1227 тыс. т), США (576 и 468 тыс. т), Австралия (408 и 503 тыс. т), Перу (178 и 421 тыс. т), Мексика (179 и 229 тыс. т) и Япония (51 и 254 тыс. т). В сравнительно крупных размерах свинец и цинк добываются также в Намибии, Марокко, Испании, Италии и Зaire.

Горнотехнические условия разработки месторождений свинца и цинка в этих странах менее благоприятные, чем месторождений меди. Преобладает подземная добыча, которая часто осуществляется на больших глубинах. Однако большинство разрабатываемых месторождений характеризуется высоким содержанием свинца и цинка в рудах, обычно содержащих также в промышленных концентрациях много других полезных компонентов, ценность которых нередко превышает ценность основных металлов. Среднее содержание свинца в добываемых рудах ориентировочно определяется в 4,2% и цинка 7,3%. В США оно соответственно составляет 2,8 и 5,5%.

Применение высокопроизводительных систем добычи приводит во многих случаях к большим потерям полезного ископаемого в недрах и к сильному разубоживанию руд. В связи с этим поступающая на обогащение руда характеризуется менее высоким содержанием свинца и цинка, чем в подсчитанных запасах.

Неуклонно возрастало производство металлов из вторичного сырья. Так, производство свинца рафинированного в сплавах и химических соединениях увеличилось с 1274 тыс. т в 1970 г. до

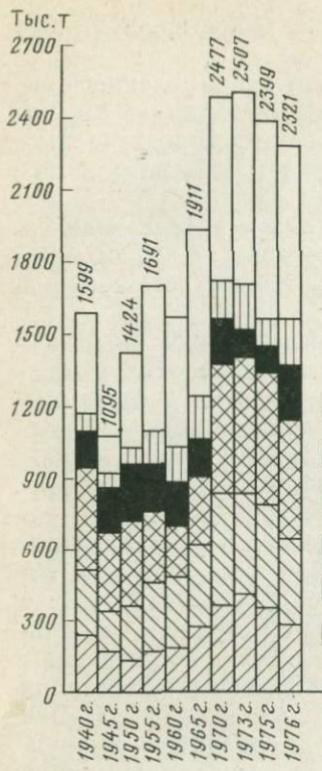


Рис. 15. Динамика производства свинца в концентратах в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Канада; 2 — Австралия; 3 — США; 4 — Мексика; 5 — Перу; 6 — прочие страны

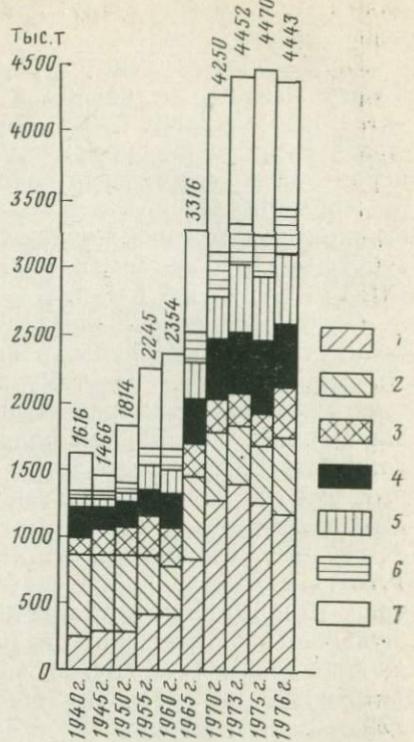
Рис. 16. Динамика производства цинка в концентратах в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Канада; 2 — США; 3 — Мексика; 4 — Австралия; 5 — Перу; 6 — Япония; 7 — прочие страны

1450,8 тыс. т в 1974 г., а затем снизилось до 1271 тыс. т в 1975 г., в том числе в США — с 633,6 до 549,6 тыс. т.

Основную часть вторичного металла в США (около 85%) получают из лома аккумуляторных батарей, число которых достигает 42 млн. шт. в год, и амортизированных сплавов, и только около 15% — из отходов текущего производства. В США разработана новая технология извлечения свинца из отработанных аккумуляторных батарей автомобилей без загрязнения воздуха сернистым газом.

Производство рафинированного свинца из первичного и вторичного сырья в 1973 г. достигло 3019 тыс. т и снизилось до 2765 тыс. т в 1975 г., в том числе в США — с 760 до 752, ФРГ —



с 321 (1974 г.) до 240, Великобритании — с 277 (1974 г.) до 229, Японии — с 228 до 194 и Австралии — с 225 (1974 г.) до 190 тыс. т.

Производство чушкового цинка достигло 4173 тыс. т в 1973 г. и сократилось до 3623 тыс. т в 1975 г., в том числе, в Японии — с 843 до 702, в США — с 570 до 450, Канаде — с 536 до 426, ФРГ — с 395 до 295, Австралии — с 306 до 193, Бельгии — с 289 (1974 г.) до 218 и Франции — с 277 (1974 г.) до 181 тыс. т.

До экономического спада зарубежные эксперты считали, что добыча свинца из руд в капиталистических и развивающихся странах к 1980 г. возрастет до 4 млн. т, к 1990 г. — до 5 млн. т и к 2000 г. — до 6 млн. т и соответственно цинка — до 5, 6 и 7 млн. т.

Одним из крупнейших в мире производителей свинца и цинка является Советский Союз.

Развивается производство свинца и цинка в Польше, Югославии и Болгарии.

Потребление олова сравнительно с другими металлами увеличивается более медленными темпами. В капиталистических и развивающихся странах потребление первичного олова возросло с 144 тыс. т в 1950 до 197,6 тыс. т в 1973 г., но затем снизилось до 183,3 тыс. т в 1974 г. и 158,5 тыс. т в 1975 г. Наиболее крупным потребителем этого металла являются США, на долю которых приходится более 30% общего потребления. Потребление первичного олова в стране снизилось с 60,9 тыс. т в 1955 г. до 59,1 тыс. т в 1973 г. и до 42,7 тыс. т в 1975 г., а потребление вторичного олова в эти годы составило соответственно 31,1, 16,8 и 12,6 тыс. т. Много этого металла используют также Япония (38,7 тыс. т в 1973 г. и 28,1 тыс. т в 1975 г.), Великобритания (16,6 и 12,3), ФРГ (15,8 и 12) и Франция (11,3 и 10).

В структуре потребления олова заметных изменений не произошло. Основное количество металла используется для производства белой жести, преимущественно (около 90%) в консервной промышленности. Потребление белой жести развивается более быстрыми темпами, чем использование олова на ее изготовление благодаря усовершенствованию технологии производства этой жести. Вместо ранее применяемого метода «горячего погружения» внедрен электролитический метод покрытия, и средний расход олова на 1 т белой жести снизился с 10,7 кг в 1950 г. до 7,9 кг в 1960 г. и 6,1 кг в 1970 г., в том числе в США — до 5 кг.

На конец 1975 г. в 28 капиталистических и развивающихся странах находились в эксплуатации 108 линий электролитического лужения белой жести, 18 были в стадии строительства. Предполагалось, что 6 новых линий будут введены в строй в 1976 г.

Производство белой жести в капиталистических и развивающихся странах в 1974 г. достигло 13,7 млн. т (11,0 млн. т в 1975 г.) при расходе олова 72,9 тыс. т (66,2 тыс. т), в том числе соответственно в США — 5,0 (3,8) при 22,7 (18,9), Японии — 2,0 (1,6) при 15,7 (11,9), Великобритании — 1,1 (0,98) при 7,0 (5,7) и ФРГ — 0,9 (0,75) при 6,3 (4,9).

В США, Японии, Франции около $\frac{1}{4}$ всего олова используется в припоях. Особенно увеличилось потребление олова в этой области в Японии в связи с развитием электронной промышленности.

Широко используются сплавы олова. Применение сплава олова с медью определило целую эпоху в развитии человечества, названную бронзовым веком, когда из этого сплава изготавлялось всевозможное оружие (наконечники для стрел, мечи и топоры, копья, а позднее — пушки), орудия производства, монеты, посуда и другая домашняя утварь. Важное значение имеют латуни — сплавы олова с медью и цинком. Олово придает бронзам и латуням большую пластичность и уменьшает степень их окисления. С 1839 г. олово используется в производстве баббитов — белых сплавов олова (от 10 до 83%), свинца, сурьмы и других металлов, применяемых для заливки подшипников.

Олово входит в состав типографских сплавов (до 10%), состоящих главным образом из свинца и сурьмы. Сплавы олова широко применяются также в авиационной, автомобильной, судостроительной, радиотехнической и других отраслях промышленности. В среднем на изготовление автомобиля расходуется от 5 до 7 кг олова. Сплав олова с цирконием в последнее время применяется для покрытия трубок с ураном в атомных реакторах для защиты от коррозии при обмывании их горячей водой. Увеличилось потребление олова для производства сплавов на основе титана для сверхскоростных самолетов и космических кораблей. Олово высокой чистоты нашло применение в производстве полупроводников, фольга и станиоли применяются в радиотехнике и электротехнике для конденсаторов.

Ведутся исследования по использованию олова в качестве присадки в литейных чугунах. Разрабатываются новые сплавы на оловянной основе или с содержанием олова. Увеличивается использование различных органических соединений олова в пластмассах, при производстве предохранителей древесины, для дезинфекции, для борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных культур и т. п.

Широко используются соли олова в красильном деле, гальванопластике, стекольной и текстильной промышленности.

Сравнительно высокая стоимость олова стимулирует поиски его заменителей, одним из которых, наиболее успешно применяемых, является алюминий — несравненно более дешевый металл, особенно в производстве фольги, тюбиков и труб, а также антифрикционных сплавов. Так, для замены олова разработан

процесс покрытия тонких листов стали алюминием с использованием его в виде пара; для этой цели в США построен специальный завод. В середине 1965 г. в США объявлено о том, что освоено изготовление консервных банок для пива и безалкогольных напитков из чистой стальной ленты без добавления олова. Имеется также сообщение о замене консервных банок из белой жести банками из жести, покрытой хромом. В США начато производство электролитной тонкой жести двойной прокатки, безоловянной и черной жести для консервных банок.

Однако внедрение этих заменителей пока не оказало существенного влияния на потребление белой жести, которое продолжает возрастать. Банки из жести без оловянного покрытия или из других материалов используются в основном для технических жидкостей, красок, масел и др., а не для пищевых продуктов. В Англии и ряде других стран в большом объеме ведутся работы с целью расширения сферы применения олова. Разрабатываются новые сплавы на оловянной основе, производится стандартизация и унификация уже выпускаемых сплавов, изучаются вопросы расширения применения олова в производстве красок и пастообразных флюсов для пайки. Большое внимание уделяется разработке технологии производства оловоорганических соединений и изысканию сфер их применения. Возрастает потребление тонкой белой жести, которая является легким и дешевым продуктом и может успешнее конкурировать с алюминием.

Вряд ли можно ожидать в ближайшем будущем существенных изменений в структуре потребления олова. Более вероятным представляется возрастание роли заменителей этого металла.

Потребление первичного олова в капиталистических и развивающихся странах, вероятно, в обозримой перспективе останется относительно стабильным и не превысит 200—210 тыс. т в год, в том числе 60—65 тыс. т в США.

Мировая добыча олова, как и его потребление, в последнее время мало изменились. В капиталистических и развивающихся странах она сначала увеличилась с 164 тыс. т в 1950 г. до 185 тыс. т в 1973 г., а затем снизилась до 171 тыс. т в 1975 г. (рис. 17). Большую ее часть (до 80%) обеспечили (в тыс. т): Малайзия — 64,4, Боливия — 28,3, Индонезия — 25,4 и Таиланд — 16,4. Значительными поставщиками олова являются также Австралия (9,3 тыс. т), Нигерия (4,6 тыс. т) и Заир (4,4 тыс. т). Около 70% суммарной добычи олова дает разработка россыпных месторождений.

Достигнутый уровень добычи олова в капиталистических и развивающихся странах примерно сохранится до конца текущего столетия или будет увеличиваться не более чем на 10 тыс. т каждое десятилетие. Возможно, что добыча олова в этих странах к 1980 г. достигнет 190 тыс. т, к 1990 г.—200 тыс. т и к 2000 г.—210 тыс. т. В связи со значительной отработкой в до-

тыс.т

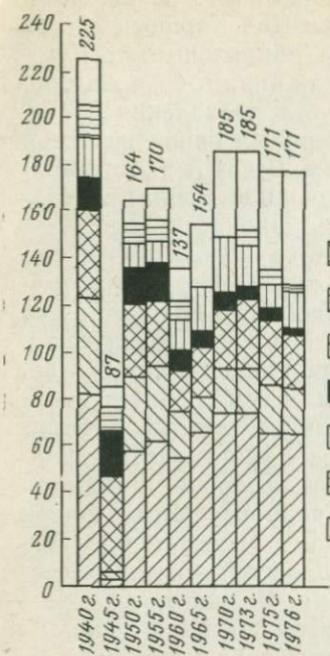


Рис. 17. Динамика производства олова в концентратах в капиталистических и развивающихся странах.
 1 — Малайзия; 2 — Индонезия; 3 — Боливия;
 4 — Заир; 5 — Таиланд; 6 — Нигерия;
 7 — прочие страны

бывающих странах богатых россыпей на суше и увеличением добычи на морских россыпях, несомненно, возрастут издержки производства концентратов олова.

Существенно возрастает добыча олова в Советском Союзе, где разрабатываются преимущественно коренные месторождения. Освоение в ближайшее время штокверковых месторождений позволит увеличить производство олова, потребность в котором частично еще удовлетворяется за счет импорта.

Судя по опубликованным в зарубежной печати данным, добыча олова в Китае, достигшая 25 тыс. т в 1965 г., снизилась до 20 тыс. т в 1970 г., а в 1975 г. составила 22 тыс. т.

Мировое потребление первичной сурьмы за последние 25 лет возросло примерно вдвое. В капиталистических странах оно достигло 52 тыс. т в 1973 г., а затем снизилось до 42 тыс. т в 1975 г., в том числе в США за этот период оно изменилось с 18,7 до 14,7 во Франции — с 4,4 до 2,9, в ФРГ — осталось 3,7, в Великобритании — с 3,4 до 2,5, в Италии — с 1,4 до 0,7 тыс. т.

Металлическая сурьма в чистом виде применяется редко (из-за хрупкости), в основном — в художественном литье. Более 50% общего потребления металла применяется в виде его соединений (трехокись, пятивалентная, трехсернистая, треххлористая, фтористая), используемых в текстильной промышленности в качестве красителей и протравы для тканей, в резиновой промышленности для вулканизации резины, в лакокрасочном производстве для изготовления огнестойких лаков, а также для окраски стекла, керамики и эмалей. Треххлористая сурьма используется для воронения стальных изделий. Соединения сурьмы применяются также как хлорирующее вещество в промышленной органической химии, в спичечном производстве и пиротехнике, в медицине и как косметическое средство. Перед второй мировой войной появилась новая отрасль применения сурь-

мы — производство огнестойких тканей, которое развивается наиболее ускоренными темпами. Сурьмяная пропитка делает несгораемыми палатки, брезенты, маскировочные халаты и пр.

Сурьма используется для изготовления сурьмяно-свинцовых и других сплавов, которые находят широкое применение во многих отраслях промышленности. Добавка сурьмы к мягким металлам повышает их твердость и предохраняет от окисления при обычной температуре. Сплавы сурьмы со свинцом особенно широко применяются в производстве пластин аккумуляторных батарей, листов и труб для химической промышленности, оболочки телефонных и телеграфных проводов и др. Сурьма является важным компонентом в баббитах — антифрикционных сплавах, используемых для заливки подшипников. Баббиты производятся на основе свинца, олова, меди и других металлов и содержат от 3 до 20% сурьмы. Существенное значение имеет сурьма в производстве типографского сплава, используемого для изготовления шрифтов. Он состоит из свинца (74%), небольшого количества олова (2—7%) и содержит 11—23% сурьмы. Сплав олова с сурьмой (5—25%) и медью — «britанский металл» — используется в быту для изготовления посуды.

Находят применение сплавы сурьмы с алюминием, цинком, серебром, никелем, хромом, кобальтом, золотом, платиной, индием, натрием, калием, таллием, кремнием. Сурьма применяется в качестве присадки к свинцу, используемому для производства шрапнельных пуль.

Несмотря на значительный рост производства аккумуляторов — крупнейшего потребителя сурьмы — доля используемого металла в этой отрасли не только не увеличивалась, но даже несколько снижалась в связи с внедрением новой технологии изготовления батарей. Кроме того, в связи с ростом выплавки свинца вопрос выпуск сурьмянистого свинца, применяемого преимущественно для изготовления решеток автомобильных аккумуляторных батарей.

Потребление первичной сурьмы в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г., вероятно, составит 55 тыс. т, в 1990 г. — увеличится до 60 тыс. т и в 2000 г. достигнет 65 тыс. т.

Добыча сурьмы в капиталистических и развивающихся странах увеличилась с 34,6 тыс. т в 1950 г. до 52,6 тыс. т в 1974 г. и снизилась до 47,1 тыс. т в 1975 г. и 44 тыс. т в 1976 г. (рис. 18). Производство сурьмы в концентратах осуществлялось в 20 странах, в основном (в тыс. т) в ЮАР — 15,7 в 1974 г. и 15,1 в 1975 г., Боливии — 13,1 и 11,8, Таиланде — 5,8 и 3,1, Турции — 5,9 и 3,4, Мексике — 2,4 и 3,1 и Канаде — 2,4 и 2,9 тыс. т. В дальнейшем добыча сурьмы будет развиваться в соответствии с вышеуказанными уровнями потребления и к 2000 г. достигнет 65—70 тыс. т по содержанию металла в концентрате.

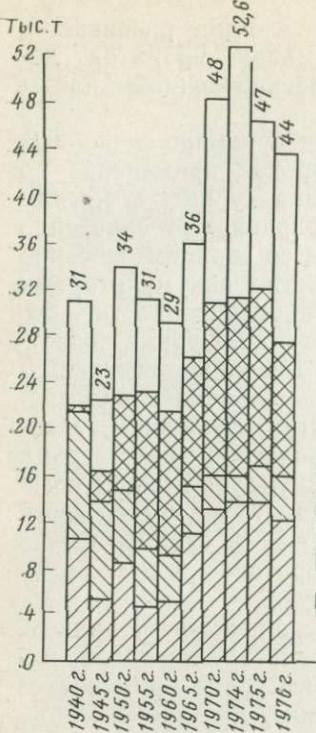


Рис. 18. Динамика производства сурьмы в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Боливия; 2 — Мексика; 3 — ЮАР; 4 — прочие страны

По-видимому, темпы потребления и производство сурьмы в Советском Союзе будут более высокими, учитывая достигнутые в последние годы успехи по развитию сырьевой базы.

Отсутствуют достоверные сведения о производстве сурьмы в Китае, который в прошлом в течение длительного периода обеспечивал 50—60%, а в отдельные годы до 80% мировой потребности в сурьме. Максимальная добыча сурьмы в стране отмечена до второй мировой войны в 1935 г., когда она составила 23,4 тыс. т, к 1941 г. добыча снизилась до

8 тыс. т и снова быстро возросла в послевоенные годы. Судя по данным, опубликованным в зарубежной печати, добыча сурьмы в стране в 1965 г. составила 15 тыс. т, в 1970, 1974 и 1975 гг. по 12 тыс. т. Большая часть выплавленного металла экспортируется. Добыча сурьмы производится также в Югославии.

Специфические свойства ртути и ее соединений позволяют использовать их в многочисленных отраслях промышленности. В электротехнике, радиотехнике и электровакуумной промышленности ртуть идет для изготовления выпрямителей, используется при производстве ртутных прерывателей, ртутно-кварцевых ламп, манометров, ламп дневного освещения, вакуум-насосов, термометров и т. д. В середине шестидесятых годов быстро стало развиваться потребление ртути в химической промышленности, особенно в производстве каустической соды и хлора путем электролиза поваренной соли, где ее применение позволяет получать более чистый продукт, чем при диафрагменном способе производства этих химикатов. Для пуска каждого нового завода по производству хлора и каустической соды требуется 100—150 т ртути для заполнения ртутных электролизеров, которая потом, по мере ее утечки, обновляется примерно на 10% в год. На производство 1 т хлора ртутным способом расходуется около 180 г ртути. Развитие производства хлора

связано в основном с ростом потребления его промышленностью, особенно при производстве полихлорвинала. В США и Японии, на долю которых приходилось до 75% общего потребления ртути в капиталистических странах, для производства хлора и каустической соды до 1970 г. расходовалось от 30 до 41% общего количества используемой первичной ртути. Возросло также использование ртути для этих целей и в других промышленно развитых странах Западной Европы, особенно в ФРГ.

В связи с развернувшейся кампанией против загрязнения окружающей среды и обнаружением в ряде стран опасных для здоровья людей высоких концентраций ртути в реках, озерах и рыбе в 1970 г. началось осуществление интенсивных мероприятий, установленных специальными законами, по ограничению применения ртути в различных отраслях промышленности и организации строгого контроля за очисткой сточных вод. В США потребление ртути в 1970 г. снизилось до 2122 т (из них на производство хлора — 518 т) и в 1975 г. составило 1765 т. Ряд фирм США и Канады, производящих хлор и каустическую соду ртутным способом, закрыли свои предприятия или ввели на них новый технологический процесс, без использования ртути.

Особенно заметно уменьшилось использование ртути в производстве каустической соды и хлора в Японии, где 95% этих продуктов производилось ртутным способом. Многие фирмы перешли к диафрагменному способу производства, не требующему применения ртути, а на предприятиях, использующих ртуть, внедрена более совершенная технология очистки промышленных вод, позволяющая снизить содержание в них ртути до допустимой нормы. Очевидно, химические компании будут в дальнейшем применять электролизеры с диафрагмой. Таким образом, самый крупный рынок сбыта ртути может в недалеком будущем перестать существовать.

Ртуть находит применение и в других областях химической промышленности. Значительное ее количество используется в качестве катализатора для получения синтетической уксусной кислоты из ацетилена. В нефтяной промышленности ртуть используется в производстве смазочных масел. Ртуть и ее соединения широко применяются в производстве специальных красок, которые незаменимы в судостроении, где они используются для покрытия подводной части судов с целью предохранения их от обрастания морскими организмами. Ртуть, ее окиси и хлористые соли используются в медицине в качестве составной части различных мазей, ртутно-органических соединений, зубоврачебных амальгам и в различных медицинских приборах, а также в сельском хозяйстве для проправки семян. В ртути растворяются почти все металлы: золото, серебро, свинец и др. Это свойство ртути широко используется при изготовлении зеркал, покрываемых серебряной амальгамой ртути, и в золотодобывающей промышленности для улавливания золота путем амальгамирования.

Высокая упругость паров ртути используется в ртутно-паровых установках, приводящих в движение турбины; они экономят до 45% топлива. Некоторые соединения ртути (гремучая ртуть) являются сильными взрывчатыми веществами и используются в военной промышленности, в горном деле в качестве детонаторов при взрывных работах.

Общее потребление ртути в капиталистических странах и Индии снизилось с 5910 т в 1970 г. до 4841 т в 1975 г., особенно резко с 1173 до 260 т оно сократилось в Японии.

В ближайшем будущем потребление ртути в капиталистических странах, вероятно, не превысит достигнутого уровня 1975 г. Ожидаемое сокращение потребления ртути в производстве хлора и каустической соды, а также фунгицидных и бактерицидных препаратов в сельском хозяйстве, в производстве бумаги и в некоторых других областях может быть компенсировано ростом использования ее в производстве электроаппаратуры.

Добыча ртути в капиталистических и развивающихся странах достигла рекордного уровня в 1941 г. (9018 т), в 1945 г. она снизилась до 4,2 тыс. т, потом возросла в 1970 г. до 6,8 тыс. т и

снова снизилась до 5,6 тыс. т в 1975 г. и 5,2 тыс. т в 1976 г. (рис. 19). Основную добычу ртути обеспечили Испания (1623 т в 1975 г. и 1553 т в 1976 г.), Италия (соответственно 1049 и 828), Алжир (966 и 1059), Мексика (557 и 519), Канада (414 и 250), США (254 и 690) и Турция (292 и 224).

Перспективы дальнейшего роста добычи ртути представляются весьма ограниченными. Несмотря на резкое снижение цен на ртуть на мировом рынке, у основных ее производителей накопились на складах большие нереализованные ее запасы. В государ-

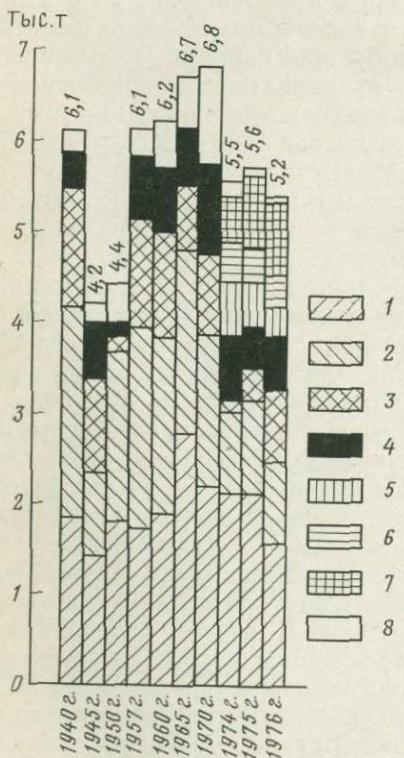


Рис. 19. Динамика производства ртути в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Испания; 2 — Италия; 3 — США; 4 — Мексика; 5 — Канада; 6 — Турция; 7 — Алжир; 8 — прочие страны

ственных запасах США накоплено 6,9 тыс. т при лимите их накопления 1,5 тыс. т. По наиболее оптимистическим прогнозам добыча ртути в капиталистических странах может сохраниться в обозримой перспективе на уровне 5—6 тыс. т.

Добыча ртути в социалистических странах развивалась более равномерно, чем в капиталистических и развивающихся странах. Кроме Советского Союза, добыча ртути производится в Китае и Югославии.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Среди неметаллических полезных ископаемых наиболее ускоренными темпами развивается потребление плавикового шпата, которое по сравнению с 1950 г. увеличилось в капиталистических и развивающихся странах в 5,7 раз, возросло потребление калийных солей — в 5 раз, фосфатного сырья — в 4,2 раза, асбеста — в 2,5 раза и самородной серы — в 2,2 раза.

Сводные данные о потреблении **плавиковошпатовых** высококачественных руд и их концентратов в капиталистических и развивающихся странах не публикуются, но можно полагать, что оно увеличилось с 740 тыс. т в 1950 г. до 4000 тыс. т в 1974 г. В общем их потреблении в среднем за 1971—1975 гг. примерно 68% пришлось на долю США (29,7%), Японии (12,9%), ФРГ (9,5%), Великобритании (6,8%), Франции и Италии (по 4,6%). Отличительной особенностью плавикового шпата является его способность легко плавиться и понижать температуру плавления других минеральных веществ. В цветной металлургии плавиковый шпат используется для получения искусственного криолита — вещества, незаменимого при производстве металлического алюминия. На 1 т выплавленного алюминия приходится примерно 20 кг криолита. Плавиковый шпат является исходным продуктом для производства плавиковой кислоты, фтора и его соединений, нашедших в последнее время применение в качестве высокооктанового ракетного топлива (увеличивает импульс топлива на 40%) и в ядерной технике. Особенно быстро возрастает производство фторуглеродов (8% в год), широко используемых для изготовления аэрозольных препаратов и хладореагентов (для холодильных и кондиционирующих установок), а также полимерных материалов, обладающих высокой химической и термической стойкостью и сохраняющих свои механические свойства при высоких и низких температурах. Для получения 1 т фтористово~~ж~~ородной кислоты, используемой для производства фторуглеродов, расходуется 1575 кг плавикового шпата, т. е. около 3 т его концентратов.

В черной металлургии плавиковый шпат служит флюсующей добавкой при выплавке специальных сталей и ферросплавов. Потребление плавикового шпата увеличивается ускоренными темпами в связи с возрастающей выплавкой кислородно-конвер-

торной стали, на 1 т которой расходуется до 5,4 кг плавика вместо 1,8 кг для марганцевой стали. Плавиковый шпат используется при алкилировании топлива на нефтеперегонных заводах, в производстве портландцемента (для ускорения клинкерообразования), а также в стекольном и эмалевом производстве как «забелитель» стекла, эмалей и глазури. Введение в цементную шихту незначительного количества плавикового шпата снижает температуру обжига с 1450° до 1000° С, что дает большую экономию топлива.

Фтористые соединения применяются в электротехнике, цветной фотографии, производстве красок, для травления стекла, для пропитки дерева (в качестве антисептика) и т. д. Прозрачные крупные кристаллы флюорита применяются в технике для изготовления высококачественных линз и объективов микроскопов, спектрографов и других оптических приборов.

Крупнейшим достижением химии фтора последнего времени является создание неорганического топлива, в котором горючим является водород, а окислителем — элементарный фтор. Теплотворная способность этой пары превышает теплотворную способность всех видов топлива, в том числе гремучего газа.

Мировое потребление плавикового шпата, используемого в сталелитейной, алюминиевой и химической промышленностях, будет и в дальнейшем возрастать в полном соответствии с развитием этих отраслей промышленности. Поэтому достигнутые в последнее время темпы роста потребления плавиковошпатовых концентратов примерно сохранятся и в ближайшем будущем. По мнению зарубежных экспертов, они составляют 3—4% в год.

При оценке перспектив роста потребления плавикового шпата следует также учесть, что в связи с превышением спроса над предложением цены на него в последние годы возросли вдвое и соответственно увеличивались издержки производства у его потребителей. Поэтому в промышленно развитых странах широкий размах приобрели исследования по изысканию рентабельных его заменителей. Кроме того, предприняты меры по сокращению потребления плавикового шпата в качестве флюса при кислородно-конверторном способе производства стали. В США с этой целью использовались различные материалы, содержащие глинозем. Среди наиболее дешевых рекомендован флюс, содержащий глиноземистые породы (бокситы, хвосты от производства глинозема), железосодержащий материал (прокатная окатина, рудная мелочь, пыль, образующаяся при кислородно-конверторном способе производства стали) и известняк или доломит. Полученная смесь спекается в окатыш, брикеты или бруски.

Изучается эффективность применения окатышей, содержащих пыль кислородно-конверторного производства, хвосты от производства глинозема, прокатную окатину и немного плавикового шпата, соединенных в холодном состоянии известково-глиноземным связывающим веществом.

В Японии разработан метод получения нового синтетического флюса, который может быть использован в производстве стали как заменитель плавикового шпата. Для получения указанного флюса обжигу подвергается материал, состоящий из CaO (60%), Fe_2O_3 (25%), Al_2O_3 (10%), SiO_2 (5%). Опытные плавки, выполненные с использованием синтетического флюса вместо плавикового шпата, показали хорошие результаты. Там же получен другой заменитель плавикового шпата из красного шлама; последний является отходом производства глинозема из бокситов. Полученный продукт содержит 40—45% Al_2O_3 , 20—25% Fe_2O_3 , 8—10% SiO_2 ; применяется в виде гранул или брикетов в качестве флюсов в сталелитейном производстве.

В Люксембурге создан заменитель плавикового шпата в металлургии под названием «пиромаг», состоящий из смеси известняка, доломита и высокожелезистого боксита (или отходов его переработки). Для производства криолита, фтористого алюминия и фтористого натрия в ряде стран используется фтор из отходящих газов, получаемых при переработке фосфатного сырья на суперфосфатных заводах.

В США разработан метод регенерации плавиковой кислоты из побочных продуктов производства фосфатных удобрений, главным образом кремнефтористоводородной кислоты (H_2SiF_6). По предварительным расчетам, стоимость 1 т плавиковой кислоты не превысит 160 долл. против 450—500 долл. при использовании плавикового шпата.

В Советском Союзе на заводах фосфорных удобрений утилизируют значительную часть фтора, содержащегося в отходящих газах (фтористые газы перерабатывают на кремнефтористый натрий или фтористый натрий), и количество его составляет в настоящее время существенную долю в общем балансе добываемого в стране фтора. На некоторых суперфосфатных заводах уже организован выпуск ряда фтористых солей (криолита, фтористого алюминия и др.), для производства которых еще совсем недавно основным сырьем была плавиковая кислота.

Считают, что создание заменителей плавикового шпата позволит сократить издержки на производство стали, а также стабилизировать цены плавикового шпата на мировом рынке. Кроме того, создание и использование заменителей флюорита и соединений фтора в производстве стали, алюминия и цемента приведут к резкому уменьшению уровня загрязнения окружающей среды фтором.

Добыча плавиковых руд в капиталистических и развивающихся странах по сравнению с 1950 г. увеличилась в 5,3 раза и в 1974 г. составила 3585 тыс. т (высокосортной сырой руды или концентраты), в том числе 1112 тыс. т в Мексике. В значительных объемах добыча плавиковошпатовых руд производится (в тыс. т) также в Испании — 361, Франции — 400, Таиланде — 341, Италии — 249, Великобритании — 233, Южно-Африканской

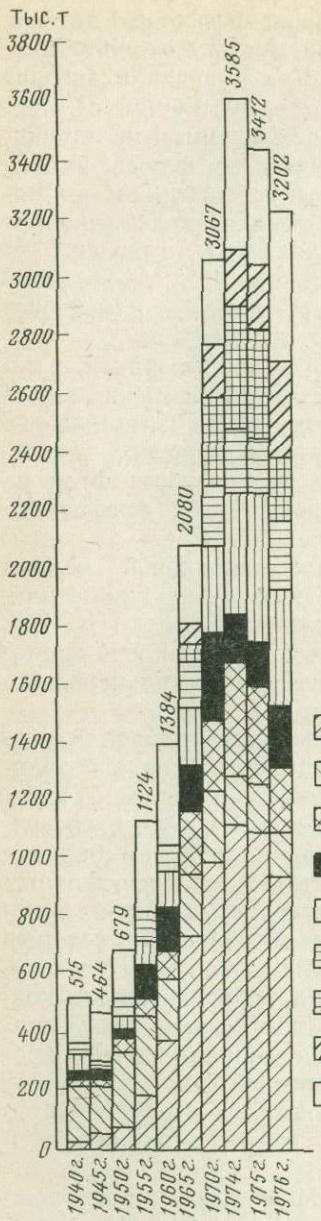


Рис. 20. Динамика добычи плавикового шпата в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Мексика; 2 — США; 3 — Испания; 4 — Италия; 5 — Франция; 6 — Великобритания; 7 — Таиланд; 8 — ЮАР; 9 — прочие страны

Республике — 208, США — 151 и Канаде — 136. В 1975 г. добыча снизилась до 3412 тыс. т и в 1976 г. — до 3202 тыс. т (рис. 20).

Предполагают, что в капиталистических и развивающихся странах производство плавиковошпатовых концентратов в ближайшем будущем будет увеличиваться примерно на 30% каждые 10 лет. К 1980 г. оно достигнет 4,0 млн. т, к 1990 г. — 5,3 млн. т и к 2000 г. — 7,0 млн. т.

Для обеспечения указанных уровней добычи, исходя из современного состояния минерально-сырьевой базы, потребуется во все возрастающих объемах вовлекать в эксплуатацию низкосортные руды и руды, залегающие в менее благоприятных горнотехнических условиях разработки. Значительно увеличатся издержки производства и объемы капитальных вложений, особенно в связи с ростом доли обогатительных работ.

Быстро развивалась добыча плавикового шпата в социалистических странах. Основное производство концентратов сосредоточено в Советском Союзе, где за последние 25 лет оно увеличилось почти в 6 раз.

В значительных масштабах добыча производится также в Китае и Монголии.

Основным потребителем фосфатного сырья является промышленность минеральных удобрений, которая поглощает примерно

90—95% мировой его добычи. Применение фосфорных удобрений способствует улучшению качества сельскохозяйственных культур, увеличению урожая, ускорению созревания корнеплодов.

В качестве фосфорных удобрений применяются следующие продукты переработки фосфатного сырья: суперфосфат — продукт разложения измельченных природных фосфатов серной кислотой, содержащий до 19—20% усвоемой пятиокиси фосфора; двойной суперфосфат — продукт разложения природных фосфатов фосфорной кислотой, содержащий до 48% усвоемой пятиокиси фосфора; аммофос — продукт нейтрализации аммиаком фосфорной кислоты, содержащий 47—52% усвоемой пятиокиси фосфора и около 11% азота; преципитат — продукт взаимодействия фосфорной кислоты с молотым известняком или известковым молоком, содержащий 37—38% усвоемой пятиокиси фосфора; нитрофос (азотно-фосфорные удобрения) и нитрофоска (азотно-фосфорно-калийные) — продукты экстракции фосфорной кислоты из природных фосфатов азотной кислотой; фосфоритная мука — измельченный фосфоритный концентрат, в котором по стандарту (ГОСТ 5716—51) допускаемое минимальное содержание пятиокиси фосфора составляет 19% при 3% влажности.

В последнее время основной тенденцией в развитии мировой промышленности минеральных удобрений является сокращение выпуска простого суперфосфата, который содержит на каждую тонну питательного вещества 4 т балласта, а также обогащенного суперфосфата, и расширение производства концентрированных удобрений — двойного суперфосфата, преципитата, аммофоса, нитрофоски.

Фосфорная кислота, получаемая путем окисления фосфора (содержит не менее 70% H_3PO_4), является основой современного производства высококонцентрированных удобрений и, кроме того, применяется для производства различных фосфатов, для органического синтеза, в производстве активированного угля, кинопленки, спичек, в пищевой промышленности. Фосфаты (соли фосфорной кислоты) используются в металлургии для покрытия поверхности (фосфатизирование) металлических изделий — стальных, алюминиевых и цинковых, что придает им стойкость против атмосферной коррозии, в производстве сплавов цветных металлов как раскислитель, а также в качестве компонента некоторых сплавов, например бронзы. Кроме того, фосфаты применяются для очистки поверхности металлов в гальванистии, для удаления масел и жиров с машин и одежды, в текстильной промышленности — в качестве наполнителя и упрочнителя искусственного шелка; соединения фосфора используются в качестве огнестойкой пропитки, моющих средств, для смягчения воды и в медицине.

Кормовые фосфаты — эффективная кормовая добавка в рацион животных. Она заметно увеличивает привесы молодняка,

значительно повышает надои молока. В Советском Союзе на одном из горнохимических заводов вступил в строй действующий комплекс по производству кормовых обесфторенных фосфатов. С выходом на проектную мощность он будет давать в год 360 тыс. т ценного продукта.

Потребление фосфатных удобрений неизменно возрастает во всех странах и соответственно увеличивается потребление фосфатного сырья. В капиталистических и развивающихся странах оно увеличилось с 20 млн. т в 1950 г. до 80 млн. т товарных руд или 18 млн. т в пересчете на P_2O_5 в 1974 г. В общем потреблении товарных фосфатных руд

в среднем за 1971—1975 гг. доля США составила 36,1%, Японии — 4,8%, ФРГ — 4,4%, Франции — 3,9%, Великобритании и Италии — по 2,4%. Потребление фосфатных руд в капиталистических и развивающихся странах, вероятно, и впредь будет возрастать высокими темпами и к 2000 г. сможет достигнуть 140—150 млн. т.

Производство товарных фосфатных руд в этих странах увеличилось с 19,2 млн. т в 1950 г. до 83,9 млн. т в 1974 г. и снизилось до 78 млн. т в 1975 г. (рис. 21). Большую часть добычи (до 78%) обеспечили три страны — США — 41,5 млн. т в 1974 г. и 44,3 в 1975 г., соответственно Марокко — 19,7 и 13,6, Тунис — 3,9 и 3,5. В менее значительных размерах добыча фосфоритов производится (в млн. т): в Того — 2,6 и 1,2, Западной Сахаре — 2,4 и 2,7, Науру — 2,3 и 1,5, Сенегале — 1,9 и 1,7, на о. Рождества — 1,8 и 1,3 и в ЮАР — 1,4 и 1,7. К 1980 г. оно может

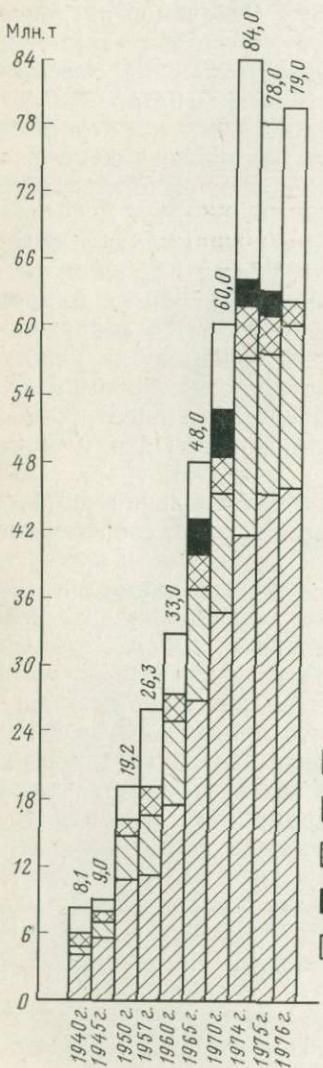


Рис. 21. Динамика добычи фосфатного сырья в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Марокко; 3 — Тунис; 4 — Океания; 5 — прочие страны

увеличиться до 85 млн. т, к 1990 г.—до 110 млн. т и к 2000 г.—до 140 млн. т.

Крупным потребителем, производителем и экспортёром фосфатных концентратов является Советский Союз; по сравнению с 1950 г. производство их в пересчете на P_2O_5 увеличилось более чем в 11 раз.

Основной областью потребления (около 95%) калийных солей является сельское хозяйство, которое использует эти соли в виде сложных удобрений в смеси с солями азота и фосфора или в чистом виде. Калийные удобрения обеспечивают значительное увеличение урожайности сельскохозяйственных культур. Кроме того, калийные соли используются в электрометаллургии, медицине, фотографии, пиротехнике, производстве стекла, мыла, красок, кожи и особенно в химической промышленности, где они перерабатываются на хлористый калий, поташ, едкий калий, азотнокислый калий, сернокислый калий и другие соединения. Из других солей калия применяются: двухромовокислый калий, марганцевокислый калий, квасцы, многосернистый и мышьяковистый калий, желтая и красная кровяные соли, хлорноватокислый калий, цианистый калий, бромистый и иодистый калий. Основным промышленным источником сырья для получения разнообразных соединений калия, а также выработки калийных удобрительных туков являются растворимые его соли, представленные хлоридами и сульфатами калия в соединении с хлоридами и сульфатами магния, кальция и натрия.

Карналлитовая соль является комплексным сырьем, использующимся для получения искусственного карналлита, при электролизе которого получается металлический магний, а весь калий остается в отходе производства — электролите (75—80% KCl), являющемся хорошим удобрением.

Мировое потребление калийных удобрений в последнее время увеличивается более чем на 5% ежегодно. Крупнейшим в капиталистическом мире потребителем калийных солей являются США, доля которых в общем потреблении в 1971—1975 гг. составила 38,5%, примерно такова же доля суммарного их потребления в странах Западной Европы и Японии. В последнее время опережающими темпами стало возрастать потребление калийных солей в развивающихся странах, и эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем в связи с активными мерами, принимаемыми для разрешения продовольственной проблемы в этих странах.

В структуре потребления калийных удобрений в последние годы продолжает расти удельный вес высококонцентрированных видов: хлористого калия, содержащего 60—62% K_2O , сульфата калия с 50—52% K_2O , а также сложных и комплексных туков, в связи с чем значительно снижается доля непосредственно вносимого в почву хлористого калия.

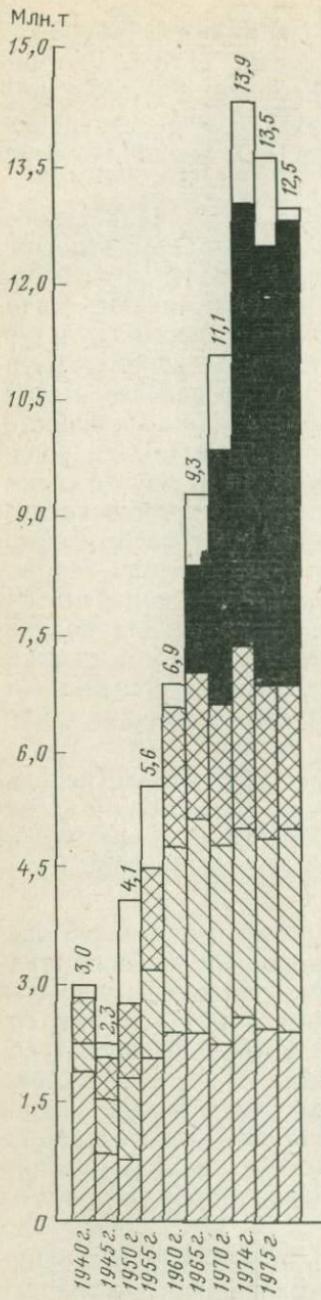


Рис. 22. Динамика добычи калийных солей (K_2O) в капиталистических и развивающихся странах (1940—1976 гг.).

1 — ФРГ; 2 — США; 3 — Франция; 4 — Канада; 5 — прочие страны

Можно предполагать, что в обозримой перспективе потребление калийных солей в капиталистических и развивающихся странах будет возрастать примерно на 20% каждое десятилетие.

Более ускоренными темпами развивалось и будет впредь развиваться потребление калийных солей в Советском Союзе. По сравнению с 1960 г. оно увеличилось в 5 раз.

В полном соответствии с ростом мирового потребления калийных солей возрастила их добыча. В Советском Союзе она увеличилась с 0,3 млн. т (в пересчете на K_2O) в 1950 г. до 8,7 млн. т в 1974 г. и 9,4 млн. т в 1975 г. и соответственно в капиталистических и развивающихся странах с 4,1 до 13,9 и 13,5 млн. т (рис. 22). Основной рост добычи в этих странах произошел за счет открытия и интенсивного промышленного освоения крупнейшего Саскачеванского бассейна в Канаде. Добыча калийных солей в бассейне возросла с 40 тыс. т (в пересчете на K_2O) в 1960 г. до 5,5 млн. т в 1974 г. и 5,4 в 1975 г. Остальную добычу обеспечили ФРГ (2,0 млн. т в 1974 г. и 2,2 млн. т в 1975 г.), США со-

ответственно 2,3 и 2,2), Франция (2,1 и 1,9), Израиль (0,6 и 0,7), Испания (0,4 и 0,5), Конго (0,3 и 0,3) и Италия (0,15 и 0,14). В Италии добываются сульфатные соли — наиболее дефицитные калийные продукты на мировом рынке.

Созданные в последние годы производственные мощности значительно превосходят достигнутые уровни добычи, которые определяются уровнями потребления и спроса. В Канаде, например, производственные мощности используются в последние годы меньше чем наполовину.

Мировая добыча калийных солей и впредь будет развиваться в соответствии с увеличением потребности в минеральных удобрениях, которая в будущем возрастет преимущественно в развивающихся странах Африки, Азии и Латинской Америки. Предполагается, что в капиталистических и развивающихся странах добыча калийных солей в пересчете на K_2O к 1980 г. достигнет 16 млн. т, к 1990 г.—22 млн. т и к 2000 г.—28 млн. т.

Ускоренный рост добычи калийных солей, вероятно, будет продолжаться в СССР и ГДР. В Советском Союзе намечается создание ряда новых калийных комбинатов на Урале, в Белоруссии, Средней Азии и на Западной Украине. Страна и впредь не только будет полностью удовлетворять растущую потребность в калийных удобрениях, но также неуклонно увеличивать экспорт калийных солей. По сравнению с 1965 г. он увеличился в 7 раз и в 1974 г. составил 6 млн. т общей стоимостью 189,4 млн. руб.

Потребление серного сырья развивается быстрыми темпами во всех промышленно развитых странах в соответствии с ускоренным ростом потребности в серной кислоте, необходимой для производства минеральных удобрений, искусственного волокна, двуокиси титана, а также для внедрения новых процессов обогащения и гидрометаллургической переработки руд цветных металлов и урана. Производство серной кислоты в капиталистических и развивающихся странах в 1974 г. достигло 85,0 млн. т, а в Советском Союзе — 16,7 млн. т.

Сера широко используется также в производстве вискозы, целлюлозы, бумаги, красителей, резины и в фармацевтике. Успешно развиваются, в особенности в США и Канаде, новые области потребления серы. Так, создан и опробован ряд содержащих серу бетонов; ведутся исследования в области пропитки серой пористых материалов (бетон, керамика, дерево и бумага) и использования серы в производстве пластмасс и полимеров.

Несмотря на общий рост потребления серы потребление самородной серы увеличивалось сравнительно медленно в связи с возрастанием объема элементарной серы, получаемой попутно при переработке природного газа, нефти, руд цветных металлов и других видов минерального сырья.

В капиталистических и развивающихся странах потребление самородной серы по сравнению с 1950 г. увеличилось примерно в 2 раза. Крупнейшими потребителями ее являются США и Япония. В 1971—1975 гг. доля этих стран в общем потреблении самородной серы соответственно составила 33 и 8%.

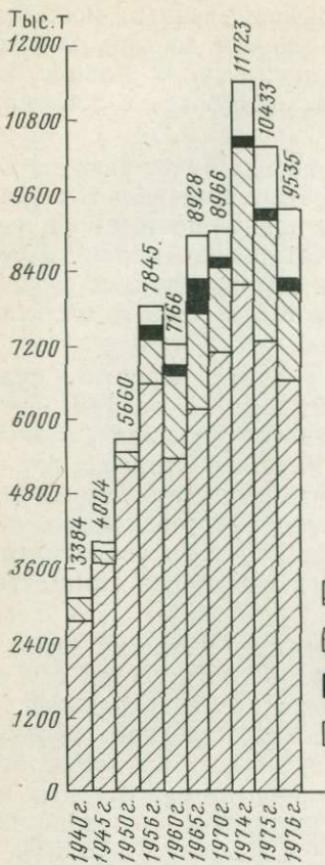


Рис. 23. Динамика добычи серы в капиталистических и развивающихся странах.

1 — США; 2 — Мексика; 3 — Италия; 4 — прочие страны

Добыча самородной серы увеличилась за 25 лет почти в 2 раза и в 1974 г. составила (в млн. т): 11,7 млн. т (10,4 в 1975 г.), в том числе 8,5 (7,3) в США, 2,3 (2,2) в Мексике, 0,7 (0,7) в Ираке и 0,06 в Италии (рис. 23). Крупными производителями элементарной серы, полученной преимущественно путем извлечения ее из природного газа, являются Канада (7,8 млн. т в 1974 г. и 7,5 в 1975 г.) и Франция (2,1 и 1,9 млн. т). В меньших объемах элементарная сера производится во многих других странах.

В Великобритании, например, серу в течение многих лет получают в основном из ангидрита и небольшие ее количества восстанавливают из отходящих газов обжиговых и нефтерафинировочных заводов.

Всего в капиталистических и развивающихся странах производство элементарной серы из разных источников в 1974 г. составило 24,5 млн. т, в 1975 г. — 23,6 млн. т и в 1976 г. — 23,9 млн. т. Тенденция ускоренного развития производства элементарной серы будет и впредь интенсивно сохраняться особенно в связи с усилением мер по охране природной среды от загрязнения, ограниченностью ресурсов самородной серы и более низкими издержками производства элементарной серы. Исходя из этого в капиталистических и развивающихся странах добыча самородной серы к 1980 г. предположительно увеличится до 13 млн. т, к 1990 г. — до 15 млн. т и к 2000 г. — до 17 млн. т.

Среди социалистических стран самородную серу добывают в основном в Советском Союзе и Польше.

Наиболее ценными свойствами **асбестовых** минералов является способность их расщепляться на тонкие, гибкие и прочные волокна, пригодные для изготовления пряжи, они отличаются высокой теплостойкостью и несгораемостью, низким коэффици-

ентом трения, плохой проводимостью тепла, электрического тока, слабой звукопроницаемостью. Примерно 95% мирового потребления асбеста приходится на хризотил-асбест.

Всего из асбеста изготавливается около 3000 разнообразных изделий, но наиболее крупным потребителем является асбокцементная промышленность, которая, например, в Советском Союзе в связи с необычайным размахом промышленного и гражданского строительства потребляет в последние годы 80% общего производства асбестового волокна. В общем потреблении асбокцементных изделий неизменно возрастает доля труб, используемых для целей мелиорации, осуществляющей в стране в широком масштабе.

Асbestовые текстильные изделия (ткани, канаты, шнуры, тормозные ленты и др.) благодаря своим огнезащитным свойствам широко используются во многих отраслях промышленности, особенно в автомобильной, тракторной и судостроительной. Новой областью применения хризотил-асбеста является ракетостроение и космонавтика, где он используется в качестве высокотемпературного изоляционного материала. Из асbestовых тканей готовят также костюмы и рукавицы для пожарных, театральные занавесы, брезенты, почтовые мешки и многое другое. В последнее время хризотил-асбест, не содержащий железа, широко применяется в электропромышленности для изоляции. В природных условиях промышленные концентрации таких руд встречаются сравнительно редко и в связи с этим разрабатываются технологические процессы удаления из асбестового сырья железосодержащих минералов.

Группа амфибол-асбеста, включающая крокидолит (рибекит или голубой асбест), амозит (жедрит), автофиллит, tremolit и актинолит, используется главным образом химической промышленностью для изготовления кислото- и щелочеупорных изделий, а также изделий, стойких к действию морской воды.

Амозит в основном в последнее время применяется в электротехнической промышленности в производстве изоляционных материалов. Требуется он также для изготовления асbestовых плит, устанавливаемых в стенах самолетов и морских судов для теплоизоляции и устранения вибрации и шума мотора. Атофиллит применяется в производстве кислотостойких пластических масс для изготовления аппаратов, труб и фасонных частей к ним. Крокидолит обладает большой кислотоустойчивостью, жароустойчивостью, малой гигроскопичностью и хорошими прядильными качествами. Благодаря абсорбционной способности, он применяется для фильтрации воздуха от загрязнения его радиоактивной пылью. Широко используется крокидолит в производстве асбестоцементных труб, используемых при высоких давлениях.

Области применения асбеста неуклонно расширяются, и соответственно возрастает его мировое потребление. В последнее

время, например, возник спрос на хризотил-асбест при производстве водостойкой бумаги и некоторых сортов пластмасс.

В период с 1950 до 1976 г. потребление хризотил-асбеста возросло в Советском Союзе с 200 до 1600 тыс. т. В капиталистических и развивающихся странах за эти годы оно увеличилось с 1100 до 2500 тыс. т; в общем потреблении асбеста в 1971—1975 гг. доля США составила 31,5%, ФРГ — 17%, Японии — 13%, Великобритании — 6,5%, Италии — 6,4% и Франции — 6,3%.

В США в производстве асбестоцементных труб и строительных материалов используется примерно 30% всего потребляемого асбеста, для изготовления плиток для полов — 20,5%, в производстве бумажных изделий — 10%, тормозных устройств —

8%, асфальтовых покрытий — 5%, прокладок — 2,5%, изоляционных материалов — 1,5%, в других областях — 22,5%.

В связи с возросшими ценами на асбест в ряде стран проводятся исследования по созданию его заменителей. Так, в Великобритании разработан процесс получения вторичного продукта из отходов бумажной промышленности, который внешне похож на асбестовый картон и обладает огнеупорными свойствами. В США получен синтетический материал, являющийся огнеупорным заменителем асбеста, а также изготовлены новые фильтры, заменяющие асBESTовые. Они представляют собой высококачественное стекловолокно на акриловой основе.

В большинстве стран потребление асбеста и впредь будет возрастать. В капиталистических и развивающихся

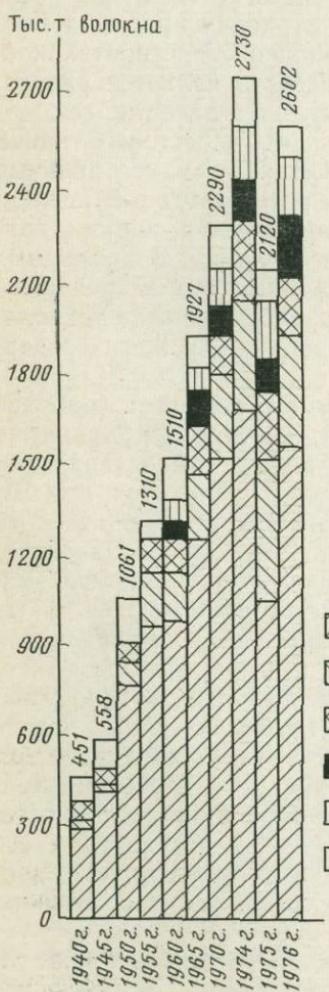


Рис. 24. Динамика добычи асбеста в капиталистических и развивающихся странах.

1 — Канада; 2 — ЮАР; 3 — Родезия; 4 — США; 5 — Италия; 6 — прочие страны

странах потребление хризотил-асбеста, вероятно, будет увеличиваться ежегодно на 2%, а в Советском Союзе и еще более высокими темпами.

Мировое производство хризотил-асбеста возросло с 1,3 млн. т в 1960 г. до 4,8 млн. т в 1974 г., в том числе в Советском Союзе — с 0,24 до 2,5 млн. т. Из социалистических стран хризотил-асбест добывается также в Китае, где по оценке годовое производство волокна не превышает 20 тыс. т.

Добыча асбеста в капиталистических и развивающихся странах увеличилась с 1061 тыс. т в 1950 г. до 2730 тыс. т в 1974 г., а затем снизилась в 1975 г. до 2120 тыс. т (рис. 24). Она производилась в 17 странах, но в основном в Канаде (1643 тыс. т в 1974 г. и 1056 в 1975 г.), ЮАР (333 и 355), Родезии (269 и 239), Италии (148 и 147), США (102 и 91), Бразилии (60 и 72) и Австралии (55 и 49).

В 1980 г. производство асбестового волокна в капиталистических и развивающихся странах, по-видимому, достигнет 2,9 млн. т, в 1990 г. — 3,5 млн. т и в 2000 г. — 4,2 млн. т.

Все промышленно развитые страны, за исключением СССР, Канады и ЮАР, свою потребность в хризотил-асбесте полностью или в значительной части (США, Италия) удовлетворяют за счет импорта.

Советский Союз не только полностью обеспечен собственным сырьем, но вместе с Канадой является основным экспортёром асбеста в мире. За 1965—1975 гг. экспорт сортового асбеста из СССР возрос с 248 до 613 тыс. т.

ИЗМЕНЕНИЯ КОНЪЮНКТУРЫ ЦЕН НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ И РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

Вопрос о ценах на минеральное сырье и продукты его переработки в капиталистическом мире является весьма сложным. Справочные цены публикуются не по всем видам минерального сырья и обычно носят номинальный характер, т. е. не соответствуют часто ценам конкретных продаж и далеко не всегда отражают истинное положение на рынке. В периоды пониженной конъюнктуры нередко предоставляются скидки со справочных цен, а в периоды высокой конъюнктуры практикуются надбавки на них. В отличие от справочных, котировальные цены характеризуют товары, являющиеся объектами биржевых сделок. Так, в частности, международная торговля медью, свинцом, цинком и оловом ведется преимущественно по котировальным ценам Лондонской биржи металлов (ЛБМ), а также по ценам в Нью-Йорке и в Сент-Луисе, по которым осуществляется продажа металлов в США.

Справочные цены, обычно устанавливаемые монополиями, хотя и отличаются от котировальных несколько большей стабильностью, но движение их также характеризуется исключительной неравномерностью и даже в пределах одного года подвержено весьма частым и резким колебаниям в зависимости от самых разнообразных причин, но большей частью от соотношения между спросом и предложением. Так, например, в результате забастовки на флагманских судах торгового флота США в 1965 г., которая задержала поступление в страну импортной черновой меди из Чили, соответственно прекратилась поставка американской меди в Западную Европу, где сразу же резко повысились цены на этот металл. Почти в 2,5 раза возросли также цены на медь на Лондонской бирже металлов с середины 1967 г. до марта 1968 г. в связи с забастовкой в меднорудной промышленности США. В результате этой забастовки выпуск меди в стране снизился на 90 тыс. т.

Эпизодические изменения рыночных цен в последнее время обусловлены крупными закупками в запас минерального сырья и продуктов его переработки в связи с неустойчивостью валюты и обострением валютно-финансового кризиса в ведущих капиталистических странах.

Заметное влияние на уровень цен капиталистического рынка способны временами оказывать США, располагающие крупными

стратегическими запасами разнообразных видов минерального сырья и продуктов его переработки. Практикуемые нередко про дажи больших партий товаров из этих запасов сдерживают намечаемую тенденцию к повышению цен или даже приводят к их снижению.

При рассмотрении публикуемых справочных цен следует иметь в виду, что они обычно различаются по следующим условиям сделок:

— франко рудник (в США — фоб), при которой покупатель принимает товар непосредственно на руднике;

— фоб или фас порт отправления (в США — франко), при которой продавец обязан доставить проданный товар в порт погрузки и погрузить его на борт судна, зафрахтованного покупателем;

— сиф порт назначения, при котором продавец обязан обеспечить отправку товара до порта назначения. Соответственно в продажную цену включаются стоимость погрузки, оплата провоза и страхования.

По сравнению с 1950 г. цены на все виды минерального сырья и продукты их переработки заметно повысились. Хотя в какой-то мере их рост обусловлен снижением покупательной способности доллара, но все же основная причина связана не с изменением издержек производства, а главным образом с политикой монополий, в руках которых находится подавляющая часть источников сырья и предприятий по их переработке.

По ряду видов минерального сырья (меди, бокситы и др.) в связи с освоением крупных богатых месторождений себестоимость продукции даже с учетом изменения покупательной способности доллара не должна была возрасти. Наоборот, заметно возросли издержки производства в золотодобывающей промышленности в связи с отработкой богатых месторождений золота и, тем не менее, цена в угоду США оставалась в течение многих лет неизменной. Это привело в прошлом к сокращению добычи золота в ряде стран, где несмотря даже на государственную дотацию закрылось большое количество рудников, не рентабельных при существующей цене.

Переломными в отношении повышения общего уровня цен на минеральное сырье оказались 1972—1974 гг. (табл. 5).

Таблица 5
Индексы экспортных цен на минеральное сырье в США

Минеральное сырье	1970 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.
Руды и металлы	100	97	132	168
Топливо	100	122	160	471

Несмотря на некоторое сокращение объемов добычи, общая стоимость продукции горнодобывающих предприятий США увеличилась с 11,6 млрд. долл. в 1973 г. до 13,4 млрд. долл. в 1974 г. Добыча бокситов возросла на 5% (до 2 млн. т), а стоимость их на 11%; добыча меди уменьшилась на 8% (16 млн. т), а стоимость увеличилась на 20%; объем добычи золота и серебра снизился соответственно на 5 и 11%, а стоимость возросла на 57 и 65%; добыча железных руд сократилась на 5% (83 млн. т) при росте стоимости на 9%; при увеличении добычи свинца на 12% (до 677 тыс. т) стоимость продукции возросла на 55%, соответственно цинка — 2,6 и 78%, фосфатного сырья — 6 и 69%; добыча калийных солей несколько снизилась (до 2,5 млн. т), а стоимость возросла на 30%.

В табл. 6 и 7 приведены данные по движению уровней цен через каждые 5 лет. Однако по многим видам минерального сырья и продуктам их переработки наиболее характерные изменения цен происходили в промежуточные годы и нередко даже в пределах одного года.

Стабильными оставались до 1971 г. справочные цены на сырую нефть. Для нефти удельного веса 36° АПИ они составляли в США — 23,14 долл. фоб порты Восточного Техаса, Венесуэле — 21,05 долл. фоб Офисина, Саудовской Аравии — 16,6 долл. фоб Рас-Танура. Скидки с указанных цен колебались в пределах 10—35%. Аравийская нефть в том случае, когда она куплена по полной справочной цене, обходилась на восточном побережье США на 18—20% дешевле аналогичных сортов американской нефти. При этом следует учесть, что добыча ближневосточной нефти отличалась исключительно низкими издержками. В Кувейте они составляли всего 46 центов на 1 т при продажной цене очищенной нефти около 58 долл. за 1 т. Поэтому нефтяные монополии не были заинтересованы в повышении справочных цен на сырую нефть, поскольку на их основе определялись отчисления (50% прибыли от продажи сырой нефти) странам-владельцам недр, и при сравнительно низких ценах большая часть прибыли образовалась от продажи продуктов ее переработки, которую монополии целиком себе присваивали. Только за 1974 г. чистая прибыль семи нефтяных монополий, осуществляющих значительную часть добычи, транспортировки, переработки нефти и нефтепродуктов, составила 11 606 млн. долл.

Начиная с 1971 г. решениями организации стран-экспортёров нефти (ОПЕК) цены на нефть неоднократно повышались и с начала января 1975 г. введена единая продажная цена; в качестве базисного сорта принята легкая аравийская нефть (77,1 долл. за 1 т фоб Рас-Танура). Соответственно цена 1 т ливийской нефти составила 88 долл., иракской с месторождения Киркук — 82,9 долл., а с месторождения Басра — 77,7 долл., кувейтской — 76,7 долл. С 1 октября 1975 г. цены снова повысились на 10% —

с 10,46 до 11,51 долл. за баррель (в 1 т содержится в среднем 7,4 барреля) на легкую аравийскую нефть. Страны ОПЕК считают, что введение новой системы цен не направлено на удорожание нефти для ее конечных потребителей. В результате ее введения должна быть увеличена доля доходов нефтедобывающих стран за счет сокращения прибылей международных нефтяных концернов. Странами ОПЕК предусматривается дальнейшая корректировка справочных цен в зависимости от курса доллара.

В связи с ростом цен на нефть резко возросли и цены на природный газ в США, которые являются крупнейшими в мире потребителями газа; цена его по сравнению с 1970 г. увеличилась почти в 2 раза и в 1975 г. достигла 15,7 долл. за 1000 м³ газа франко скважина при средней цене на внутреннем рынке 50—55 долл. Примерно аналогичные цены установлены на алжирский, индонезийский и нидерландский газ.

До 1971 г. мало изменялись цены на каменный и бурый угли. В США средние цены на энергетические угли фоб шахта снизились с 5,34 долл. за 1 т в 1950 г. до 4,89 долл. в 1965 г. и увеличились до 8,4 долл. в 1970 г.; соответственно на коксующийся уголь цены в эти годы составили 6,3, 6,5 и 10,2 долл. Цены по фактическим сделкам на экспорт американского угля часто оказывались несколько ниже справочных цен, если не учитывать транспортные расходы (железнодорожный тариф до портов Атлантического побережья и морской фрахт до портов импортирующих стран).

В странах Западной Европы и Японии в связи со сравнительно неблагоприятными горнотехническими условиями разработки, обусловившими высокие издержки добычи, местные угли обходятся дороже импортных — американских, канадских и особенно австралийских и южноафриканских. Так, коксующийся уголь Австралии, согласно заключенному контракту, поставлялся японским металлургическим фирмам по 8,54 долл. за 1 т фоб австралийские порты. Наиболее низкая себестоимость угля характерна для Южно-Африканской Республики, месторождения которой отличаются весьма благоприятными горнотехническими условиями разработки, осуществляющейся местным негритянским населением. В семидесятых годах цены на уголь стали неизменно возрастать и в 1974 г. достигли в США 13 долл. за 1 т энергетического угля фоб шахта и 17,5 долл. за 1 т коксующегося угля.

Справочные цены на экспортируемый коксующийся уголь в Японию увеличились с 19,7 долл. за 1 т сиф в 1971 г. до 28,49 долл. в 1972 г. до 30,8 долл. в 1973 г., 41,12 долл. в 1974 г. и около 50 долл. в 1975 г.

Цены на товарную железную руду широко варьируют в зависимости от ее качества. В США руды Верхнего Озера, содержащие в среднем 51,5% железа, отпускались в 1950 г. по цене

Таблица 6

**Среднегодовые справочные (котировальные) цены на минеральное сырье
и продукты его переработки
(в долл./т)**

Виды минерального сырья и продукты его переработки	1950 г.	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.
Нефть фоб порт Сайда Саудовской Аравии	17,98	16,49	16,49	16,49	16,49	77,1
Природный газ фоб скважина США, 1000 м ³	—	—	4,5—5,0	4,5—5,0	8,0	15,7
Уголь фоб шахта США: энергетический	5,34	5,12	5,7	4,89	8,4	13,0
" " коксующийся	6,3	6,1	7,0	6,5	10,2	17,5*
Железная руда (железа 51%) фоб Верхнее Озеро США	7,72	10,91	11,46	10,58	10,82	16,9*
Бразильская руда (железа 68,5%) фоб порты отгрузки	7,73	11,3—11,8	11,07	10,23	8,9—9,5	14,8
Окатыши (железа 62%) США фоб завод	—	—	—	15,3	16,2	25,6
Металлизированные окатыши США	—	—	—	40—42	40—42	
Марганцевая руда (марганца 48%) сиф порты США	38—45	52—55	40—42	34—37	24—27	64—68
Хромиты франко вагон в атлантических портах США:						
турецкие (48% Cr ₂ O ₃)	37—42	45—46	35,9	29,7	54,7	128,6
южноафриканские (44% Cr ₂ O ₃)	19,5	24	19,8	20,4	22	44,9

Ильменитовый концентрат (59 % TiO ₂) фоб атлантические порты США	13,7—15,7	19,7	25,5—26,5	25,5—26,5	33—38	60,6
Импортный ильменитовый концентрат (54 % TiO ₂) сиф атлантические порты США	—	—	20,7—23,6	20,7—23,6	19,6—20,7	54
Рутиловый концентрат (94—96 % TiO ₂) сиф атлантические порты США	—	—	95	117—122	154—172	782
Вольфрамовый концентрат фоб шахта США за 1 т WO ₃	3100	5560	2450	3000	4460	9700
Импортный вольфрамовый концентрат сиф-порты США	3700	4410	3020	3610	4700—5500	9070
Молибденовый концентрат за 1 т металла	1330	2310—2420	2750	3080	3790	4850—5630
Бокситы импортные сиф глиноземные заво-ды США	—	14,5	16,6	16,5	14,3	23*
Бокситы импортные фоб порты отгрузки	—	—	9,8	11,3	11,8	
Плавиковый шпат; металлургические руды (72 % CaF ₂) фоб шахта Иллинойс США	40—45	36	40—45	40—43	51—53	94,5*
Плавиковый шпат; импортные мексиканские руды фоб граничный пункт	—	—	—	—	57	66—68*
Фосфориты (24—27 % P ₂ O ₅) фоб рудник Флорида США	5	6	6,4	8,3	9,2	
Фосфоритовые концентраты (30,5 % P ₂ O ₅) фоб Джексонвиль	—	—	—	—	—	30*
То же (31,8 % P ₂ O ₅)	—	—	—	—	—	33*

Продолжение табл. 6

Виды минерального сырья и продукты его переработки	1950 г.	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.
Фосфоритовые концентраты (32,7% P ₂ O ₅) фоб Джексонвиль	—	—	—	—	—	36*
То же (35,1% P ₂ O ₅)	—	—	—	—	—	47*
Фосфоритовые марокканские концентраты (31,8% P ₂ O ₅) фас Касабланка	—	—	—	—	—	37,5
То же (32,7% P ₂ O ₅)	—	—	—	—	—	40,0
" (34,1% P ₂ O ₅)	—	—	—	—	—	42,0
" (36,4% P ₂ O ₅)	—	—	—	—	—	50,0
Калийные соли (K ₂ O) фоб шахта США	44—46	40—42	36—38	40—44	37	72,7
Сера США фоб порты Мексиканского залива	21,6	27—32	24	26	27—29	60—64
Хризотил-асбест США аризонский (клюд 1) фоб Глоуб	—	1650—1930	1623—1985	1555—1820	1555—1820	1945*
То же вермонтский 4 сорт фоб Морисвиль	122—137	—	200—240	195—325	242	278—470*
Хризотил-асбест канадский франко рудник Квебек (клюд 1)	1050—1150	1500—1900	1625—1555	1555—1625	1780	2700
То же франко рудник Ванкувер (сорт АЛА)	255—468	—	868	867	967	1440

* Данные по 1974 г.

Таблица 7

Среднегодовые справочные цены на металлы
(в долл./т)

Металлы	1950 г.		1955 г.		1960 г.		1965 г.		1970 г.		1975 г.	
	Нью-Йорк	Лондон										
Алюминий первичный, чистотой 99,5%	368	314	483	460	573	513	540	540	633	615	877	849
Медь рафинированная, чистотой 99,9%	468,2	493,4	826,5	972,3	706,6	678,8	772	1285	1 272	1410	1 414	1237
Свинец, чистотой 99,9%	293,1	293,3	332,9	291,2	262,3	199,1	352	317	344	303	475	413
58 Цинк, чистотой 98%	322	329	282	250	296	246	319	311	338	295	859	746
Никель металлический, чистотой 99,5%	1058	—	1422	—	1632	—	1 742	—	2 844	2985	4 570	4910
Кобальт металлический, чистотой 99,9%	3960	4480	5720	6470	3380	3850	—	—	4 850	—	8 818	—
Олово металлическое, чистотой 99,9%	2105,4	2055,7	2087,7	2041,3	2235,4	2199,2	3 928	3899	3 840	3668	7 491	6868
Сурьма, чистотой 99,5%	647	498	707	580	689	533	765	—	3 122	—	3 848	—
Ртуть, чистотой 99,5%	2350	1710	8780	8750	6110	5740	16 550	—	11 819	—	4 583	—
Вольфрам восстановленный водородом, чистотой 99,99%	—	—	—	—	9370	—	—	—	14 790	—	26 480	—
Молибден порошковый	3650	—	—	—	4000	—	—	—	8 820	—	12 230	—

7,7—7,85 долл. за 1 т фоб озеро Эри. К 1960 г. цена возросла до 11,46, к 1970 г. снизилась до 10,82 долл. за 1 т и в 1975 г. увеличилась до 16,9 долл. Цена более богатой бразильской руды, содержащей 68—69% железа снизилась к 1970 г. до 8,9—9,5 долл. за 1 т фоб атлантические порты, а в 1975 г. составила 14,8 долл.

Цены на окатыши, содержащие 63% железа, установлены впервые в США в 1965 г. и составили 15,3 долл. за 1 т фоб завод. В 1970 г. они возросли до 16,2 долл. за 1 т, а в 1975 г. окатыши содержащие 64% железа стоили 25,6 долл. за 1 т с доставкой в порты оз. Верхнего.

Справочные цены на 46—48-процентную марганцевую руду сиф порты Западной Европы возросли с 13,8 долл. в 1964 г. до 38,5 долл. в 1960 г. Позднее в связи с расширением географии добычи марганцевых руд, особенно с вовлечением в разработку крупнейшего в капиталистическом мире месторождения Моанда в Габоне, добыча на котором отличается исключительно низкими издержками, цены на товарные руды имели тенденцию к понижению. Так, цены на руды, содержащие 46—48% марганца, снизились сиф порты Западной Европы к 1970 г. до 27,6 долл., соответственно сиф порты США до 24—27 долл. Бразильская марганцевая руда, содержащая 46—48% марганца, продавалась по цене 25,5 долл. за 1 т сиф порты Японии, то же, габонская,— по 27 долл.

В семидесятых годах цены на металлургическую марганцевую руду (48—50% Mp и 0,1% P) стали повышаться и в 1971 г. составили за 1 т сиф порты Западной Европы 32 долл., в 1973 г. 40 долл. и в 1974 г.—58 долл. Цены на аналогичные руды в портах Атлантического побережья США в эти годы соответственно составили 31, 40 и 54; в 1975 г. 64—68 долл.

Возросли также цены на ферромарганец. В США цены на местный ферромарганец, содержащий не менее 78% марганца, увеличились с 187 долл. за 1 т фоб в 1971 г. до 400 долл. в 1974 г. Цена электролитического марганца к концу 1974 г. достигла 1192 долл. за 1 т (750 долл. в 1971 г.).

До введения запрета на импорт южнородезийских хромитов металлургическая руда, содержащая 49% окиси хрома при отношении хрома к железу 3:1, поступающая из этой страны, продавалась по цене 37,89 долл. за 1 т сиф порты Западной Европы и 34—35,4 долл. за 1 т сиф атлантические порты США; цены по фактическим продажам оставались на 20—25% ниже. Справочные цены на аналогичные по качеству турецкие руды колебались в пределах 25—27 долл. за 1 т фоб турецкие порты, а на американском рынке они предлагались по цене 28—29 долл. за 1 т франко вагон в портах Атлантического побережья.

Цена южноафриканских химических сортов хромитовых руд, содержащих около 44% окиси хрома, в США составляла около

20 долл. Средние экспортные цены на иранские хромиты, содержащие 46—48 Cr₂O₃, составляли 20 долл. за 1 т фоб порт Бендер-Аббас и 30 долл. за 1 т сиф японские порты. Цены на руду, содержащую 44% Cr₂O₃, составляли соответственно 17,25 и 26 долл. Позднее цены на хромиты стали возрастать. В 1970 г. цены на турецкие metallurgические руды сиф порты Атлантического побережья США достигли 54,7 долл. и в 1975 г. 128,6 долл. за 1 т, а цены на химические сорта руд Южно-Африканской Республики сиф порты США соответственно составили 22 и 44,9 долл. за 1 т.

В связи с внедрением более рентабельной технологии производства пигментной двуокиси титана, основанной на применении высококачественного титанового сырья, спрос на рутил стал резко превышать предложение и соответственно возросли цены на концентраты. Так, цены на импортные австралийские концентраты, содержащие 94% двуокиси титана, возросли в США с 95 долл. за 1 т в 1960 г. до 122 долл. в 1970 г., в странах Западной Европы они составили соответственно 150 и 170 долл. за 1 т. В 1975 г. цены на импортные рутиловые концентраты достигли 782 долл. за 1 т, в 1976 г. снизились до 563 долл.

Цены на ильменитовые концентраты в шестидесятые годы являлись сравнительно стабильными. В 1970 г. австралийский концентрат, содержащий 59,5% двуокиси титана, продавался по цене 10,9 долл. фоб порты отгрузки, а американский — по цене 33—38 долл. с доставкой потребителю. В 1975 г. цена местных ильменитовых концентратов фоб атлантические порты достигла 60,6 долл. за 1 т, а импортных — 54 долл.

В целом снижались цены на губчатый титан. В США они снизились с 11 000 долл. за 1 т в 1950 г. до 3310 в 1960 г. и 2315 долл. в 1969 г., затем повысились до 2900 долл. в 1970 г., 3700—5000 долл. в 1974 г., 5960 долл. в 1975 г. и вновь снизились до 3100 долл. в 1976 г.

После экономического кризиса 1956—1957 гг. и прекращения правительством США закупок вольфрамового сырья для пополнения стратегических резервов предложение вольфрамовых концентратов неизменно превышало спрос, и у большинства производителей и потребителей накапливались значительные складские запасы. Резко снизились к 1958 г. и цены на вольфрамовую продукцию. Цена 1 кг трехокиси вольфрама в концентрате, достигшая в 1950—1955 г. 3,1—5,6 долл., снизилась в 1958 г. до 1—0,8 долл. В результате такого снижения рыночных цен (при условии, что разработка большинства месторождений капиталистических стран может осуществляться экономически рентабельно только при цене не менее 1,5—2,75 долл. за 1 кг трехокиси вольфрама) к концу 1958 г. почти полностью прекратилась добыча вольфрама в Бирме, Таиланде, Перу, Испании и Боливии, а также значительно сократилась в Португалии. Отсутствие спроса привело к закрытию в начале октября 1958 г. в Южной

Корее вольфрамового рудника Санг-Донг, добывающего богатейшие комплексные руды.

Позднее спрос на вольфрам в капиталистических странах стал несколько возрастать в связи с расширением областей его применения и отчасти нехваткой молибдена. Соответственно цены на вольфрамовое сырье и продукты его переработки стали повышаться. Так, цена импортного стандартного вольфрамового концентрата сиф порты США повысилась до 3,0 долл. за 1 кг WO_3 в 1960 г. и до 3,6 долл. в 1965 г. Интересно отметить, что в связи с сообщением о долгосрочной реализации излишков вольфрамового концентрата из стратегических резервов США (35 тыс. т WO_3 в течение 25 лет), в марте 1965 г. цены ненадолго снизились до 1,7 долл. за 1 кг WO_3 . В 1970 г. среднегодовая цена за 1 кг WO_3 в концентрате составила в США 4,46 долл. и в 1975 г. достигла 9,07—9,7 долл.

В отличие от вольфрама цены на молибден неизменно повышались до 1969 г. Так, устанавливаемые компанией «Клаймакс молибденум» официальные цены на 57-процентный концентрат молибдена, увеличились с 1,33 долл. за 1 кг содержания молибдена в 1950 г. до 3,79 долл. в мае 1969 г. Эта цена сохранилась до 1974 г., но в 1971—1972 гг. в связи с перепроизводством концентрата и превышением предложения над спросом компании часто предоставляли покупателям скидки со справочных цен. В 1973 г. возросший спрос на молибден позволил поставщикам в конце года в отдельных случаях продавать его даже по ценам выше справочных. В 1974 г. справочные цены стали постепенно возрастать и в сентябре достигли 5,0—5,07 долл., а в 1975 г. даже 5,6 долл. за 1 кг металла в концентрате, содержащем 57% молибдена, 4,4—5,2 долл. за 1 кг металла в более низкосортном концентрате, получаемом в качестве побочного продукта из медных руд, 5,93 долл. за 1 кг металла в трехокиси, 7,05 долл. за 1 кг металла в ферромолибдене. В конце сентября 1975 г. компания объявила о новом повышении цен на все молибденовые продукты еще на 6—8%. Рост цен вызван повышением спроса на молибден, сокращением запасов концентрата на складах производящих фирм и ростом издержек производства.

В зарубежной печати отсутствуют систематизированные данные по уровням цен на экспортируемые бокситы из разных стран. Судя по отдельным публикациям, цены на сухие импортные бокситы (60% Al_2O_3 и 6% SiO_2) в шестидесятых годах составили в среднем 16,5 долл. за 1 т сиф глиноземные заводы США, а в 1974 г. 23 долл. Цены на импортные кальцинированные бокситы колебались в пределах 22,73—37,61 долл. за 1 т.

Цены на плавиковый шпат отличались сравнительно незначительными колебаниями и основной их рост произошел в семидесятых годах. В США цены на местные металлургические руды (72,5% CaF_2) возросли с 40—45 долл. за 1 т фоб шахта в 1950 г. до 51—53 долл. в 1970 г. и 72—84 долл. в 1973 г. Соот-

ветственно цены на химические руды (97% CaF₂) в эти годы составляли 48—51, 68—82 и 86—96 долл. за 1 т фоб шахта. Большую часть потребления плавикового шпата (примерно 80%) США удовлетворяют за счет импорта преимущественно (около 70%) более дешевых мексиканских руд. Цены на металлургические их сорта фоб граница Мексики возросли с 30 долл. в 1955 г. до 53 долл. в 1973 г., а на химические сорта с 57 в 1970 г. до 68 долл. в 1973 г.

Средние цены на флоридские, алжирские и тунисские рядовые фосфоритовые руды в течение пятидесятых и шестидесятых годов составляли 6—10 долл. за 1 т франко рудник. В последнее время предметом экспорта из этих стран служили концентраты фосфоритов, цены на которые определялись содержанием в них трикальцийфосфата. В связи со сложившейся весьма благоприятной конъюнктурой на мировом рынке с конца 1973 г. цены на концентраты стали стремительно возрастать — экспортные цены на марокканские концентраты повысились с 38—47 долл. за 1 т фас Касабланка или Сафа до 56—70 долл. в июле 1974 г. 60—76 в январе 1975 г. и снова снизились до 43—54 долл. в январе 1976 г. и 35—44 долл. в январе 1977 г. Экспортные цены на флоридские концентраты в январе 1974 г. составили 18—30 долл. за 1 т фоб, в июле 1974 г. 30—46 долл. в январе 1975 г.—36—55 долл. и в январе 1976 г.—30—47 долл.

В связи с появлением нового крупнейшего источника добычи калийных солей — Саскачеванского бассейна в Канаде — освоение которого осуществлено ускоренными темпами, цены на калийные соли, отличавшиеся высокой стабильностью, начиная с 1965 г. стали заметно снижаться. Так, справочные цены на 60-процентный хлористый калий фоб рудник США снизились с 25—29 долл. в 1965 г. до 16—18 долл. в 1976 г., до 14,4 долл. в 1968 г. и до 13,5 долл. в 1969 г.

Позднее цены на мировом рынке стали возрастать, чему способствовали меры канадского правительства по ограничению добычи и экспорта, установление экспортных лицензий и минимальной экспортной цены в размере 18,75 долл. за 1 т хлористого калия франко рудник. В 1970 г. экспортные цены на американский хлористый калий составили 27,16 долл., а в 1971 г. 30,65 долл. Западногерманские экспортные цены увеличились в 1970 г. на 7,8% и составили 47,1 долл. за 1 т, а в 1971 г. на 6,4%, достигнув 51,3 долл. Официальная цена на канадский хлористый калий возросла с 33,7 за 1 т фоб Ванкувер в середине 1972 г. до 41—42 долл. к концу 1973 г. и 75 долл. к концу 1974 г.

Весьма стабильными до 1974 г. оказались цены на серу. Справочные цены фоб порты Мексиканского залива при отдельных годовых колебаниях не превысили уровней цен 1955 г.—27—32 долл. за 1 т. В январе 1975 г. цена фоб порты Мексиканского залива составила 47—55 долл. (светлая сера) и 44—

46 долл. (темная) и в июле 1975 г. цена на серу фраш (г. Тампа США) составила 63 долл. (светлая) и 62 долл. (темная), экспортные цены соответственно возросли до 73 и 72 долл. Экспортные цены на 1 т канадской восстановленной серы фоб Ванкувер достигли 52 долл., а иракской серы фоб Умм-Каср — 60 долл.

Подавляющая часть добычи и сбыта асбестового сырья, а также производства асбестовых изделий в капиталистическом мире сосредоточена в двух монополиях — американской «Джонс-Мэнвилл корпорейшн» и английской «Тернер энд Пьюол лтд», которые устанавливают цены на асбест и асбестовую продукцию, значительно возросшие за последние годы. Цены на канадский хризотил-асбест первого сорта (клюд 1) франко рудник Квебек повысились с 1780 долл. за 1 т в 1970 г. до 1920 долл. в 1973 г., 2007 долл. в начале 1974 г. и 2700 долл. в 1975 г. Одновременно цены на асбест второго сорта достигли 1087 долл. за 1 т, третьего сорта — 517—840 долл. и четвертого сорта — 276—321 долл.

Справочные цены на алюминий, устанавливаемые крупнейшими монополиями США и Канады, несмотря на менявшуюся рыночную конъюнктуру по отдельным годам, повышались равномерно и в США увеличились с 368 долл. в 1950 г. до 633 долл. в 1970 г., а на Лондонской бирже металлов — с 314 до 615 долл. за 1 т. Иногда, особенно в периоды низкой конъюнктуры и обострения борьбы за рынки сбыта, монополии предоставляют постоянным покупателям скрытые скидки со справочной цены специально с целью сохранения этих покупателей. Резко возросли цены в 1974 и 1975 гг., когда они в Нью-Йорке достигли 752 и 877 долл. и в Лондоне — 858 и 849 долл.

В связи с большой нехваткой меди во всех потребляющих ее странах и образовавшимся острым дефицитом меди на мировом рынке резко возросли цены на этот металл, достигшие в конце декабря 1966 г. на Лондонской бирже металлов 1570 долл. за 1 т. Среднегодовая цена в 1966 г. составила 1520 долл., в 1968 г. она снизилась до 1242 долл. при колебаниях по отдельным месяцам от 1054 до 1720 долл. за 1 т. Хаотическая обстановка на мировом рынке меди в связи с нехваткой этого металла позволила монополиям наживать огромные прибыли. Подсчитано, например, что из-за махинаций перекупщиков на Лондонской бирже металлов Замбия ежегодно теряла 200 млн. фунтов стерлингов.

Поскольку высокие цены на медь на мировом рынке могли привести к более широкому использованию заменителей меди, в частности алюминия, в зарубежной печати высказывались опасения, что последующее снижение цен на медь не приведет к отказу от заменителей и что это может вызвать серьезные трудности для таких стран, как Чили и Замбия, экономика которых почти целиком зависит от экспорта металла. Резкое колебание цен на медь продолжалось и в семидесятых годах. На Лондон-

ской бирже металлов они повысились с 1119 долл. за 1 т в январе 1973 г. до 2229 долл. в декабре и в среднем составили 1782 долл.; в 1974 г. цены возросли с 2036 долл. в январе до 3038 долл. в апреле и резко снизились до 1290 долл. в декабре и в среднем за год составили 2060 долл. за 1 т (1237 долл. в 1975 г.).

Сравнительно стабильными являются цены на свинец и цинк. Справочные цены на свинец (99,85%) в Нью-Йорке при значительных месячных, а иногда и годовых колебаниях снизились с 293 долл. за 1 т в 1950 г. до 262 долл. за 1 т в 1960 г., достигли 344 долл. за 1 т в 1970 г. и 475 долл. за 1 т в 1975 г. и соответственно в Лондоне (свинец 99,97%) с 293 до 199, 303 и 413 долл. за 1 т. Цены на цинк (98%) за эти годы в Лондоне снизились с 329 до 246, а затем повысились до 295 и 746 долл. за 1 т. Интересно отметить, что в мае 1974 г. цены цинка на Лондонской бирже металлов достигли наивысшего уровня за всю историю существования биржи — 1782 долл. за 1 т. Во втором полугодии в условиях спада в экономике ведущих капиталистических стран спрос и предложение цинка уравновесились, а цены упали почти в 2 раза по сравнению с началом года (772 долл. за 1 т в декабре).

Высокая степень монополизации рынка никеля, превышение спроса над предложением и рост издержек производства в связи с постепенным снижением содержания полезных компонентов в добываемых рудах обусловили достаточно устойчивую тенденцию к повышению цен на никель и никелевые продукты. В США среднегодовые справочные цены на рафинированный никель (99,5%) возросли с 770 долл. за 1 т в 1946 г., до 1058 долл. в 1950 г. и до 2844 долл. в 1970 г. (2985 долл. на ЛБМ).

В 1968 г. в связи с нехваткой металла, обусловленной забастовкой на никелевых предприятиях Канады, цены на «свободном» рынке возросли до 9360 — 11 800 долл. за 1 т рафинированного никеля.

Положение на рынке стабилизировалось лишь в середине 1970 г. и с октября этого года справочная цена на никель находилась на уровне 2,9 долл. за 1 кг. В начале 1971 г. в связи с образованием излишка никеля на рынке цены на «свободном» рынке впервые упали ниже уровня справочных — с 3,2 долл. за 1 кг в октябре 1970 г. до 2,7 долл. Среднегодовые цены на никель чистотой 99,5% на Лондонской бирже металлов в 1971 г. составили 3051 долл. за 1 т, в 1972 г. — 3346, в 1973 г. — 3464, в 1974 г. — 4075 и в 1975 г. — 4910 долл. за 1 т.

Цены на кобальт в последнее время неизменно возрастили. В США они возросли с 3380 долл. за 1 т металла (99,9% чистоты), в 1965 г. до 4850 долл., в 1970 г. и 1971 г., 5401 в 1972 г., 6629 в 1973 г., 7659 в 1974 г. и 8818 в 1975 г.

Высокая степень монополизации оловодобывающей и олово-плавильной промышленности и концентрация ее в немногих странах позволила монополиям, образовавшим специальный картель, регулировать производство и сбыт олова и поддерживать на высоком уровне цены на олово. Так, стоимость 1 т олова по довоенным ценам была эквивалентна стоимости 4,36 т меди, 9,5 т свинца, 10 т цинка, 2 т алюминия, 3,5 т сурьмы, 1,25 т молибдена.

В послевоенные годы для этой же цели был организован Международный совет по олову, который в связи с превышением производства металла над его потреблением и соответствующим падением цен установил ограничения производства и экспорта оловянных концентратов, действовавшие во всех оловодобывающих странах в 1957—1960 гг. Регулирование рынка олова производилось путем создания так называемого «буферного фонда» в 20—26 тыс. т металла, предназначенного для продажи из него олова при росте цен выше определенного уровня (до 1961 г. 2420 долл. за 1 т) и пополнение его при падении цен ниже определенного уровня (2000 долл.).

В связи с возросшим спросом на олово среднегодовая цена на этот металл в США возросла с 2235 долл. за 1 т в 1960 г. до 3899 долл. в 1965 г. Большую роль в повышении цен в 1965 г. сыграла длительная забастовка 25 тыс. горняков в Боливии. В 1966 г. постепенное сокращение разрыва между производством и потреблением олова вызвало снижение цен, чему способствовала также продажа олова из стратегических запасов США. В январе 1966 г. средняя цена 1 т олова — составляла 3925 долл., в августе она снизилась до 3430 долл., а к концу года до 3320 долл. В 1968 г. среднегодовая цена олова в США составила 3265 долл. за 1 т, а к середине 1970 г. повысилась до 3754 долл. и в среднем за год составила 3840 долл. за 1 т. В 1971 г. цены на олово в США снизились до 3688 долл. и возросли до 3912 в 1972 г., 5017 — в 1973 г., 8736 — в 1974 г., снизившись до 7491 в 1975 г. В 1975 г. максимальная цена на Лондонской бирже металлов достигла в мае 9316 долл. за 1 т и в сентябре 9178 долл. за 1 т, в декабре цены упали до 7181 долл. за 1 т. Среднегодовая цена на олово в 1974 г. составила 8202 долл. за 1 т и в 1975 г. 6868 долл.

До второй половины 1963 г. цены на сурьму в связи с относительным равновесием между спросом и предложением являлись сравнительно стабильными, и в Великобритании металл местного производства (99,5% чистоты) продавался по цене 650—700 долл. за 1 т (в США 500—580 долл.). Позднее в результате сокращения поставок металла из Китая и превышения спроса над предложением цены на сурьму начали расти и к июлю — августу 1964 г. достигли 1110 долл. за 1 т металла местного производства и 1300 долл. за 1 т импортного металла, который облагается пошлиной в размере 25%. В США к этому

времени цены повысились до 970 долл. за 1 т. В середине 1969 г. в Великобритании сурьма местного производства продавалась по цене 1450—1500 долл. за 1 т в США — по цене 1180—1410 за 1 т. В 1970 г. среднегодовая цена на сурьму возросла в США до 3122 долл. за 1 т и снизилась до 1483 долл. в 1971 г. и до 1256 долл. в 1972 г. Снижению цен способствовало появление на мировом рынке дешевой сурьмы из КНР, внедрение новой технологии изготовления аккумуляторных батарей и общий спад деловой активности в капиталистических странах. Позднее цены на сурьму неоднократно повышались и в среднем составили в США 1466 долл. в 1973 г., 3875 долл. в 1974 г. и 3848 долл. за 1 т в 1975 г.

Сравнительно с другими металлами потребление ртути в капиталистических странах подвержено наиболее частым колебаниям, что при сравнительно стабильном уровне ее производства вызывает частые изменения цен. В периоды превышения спроса над предложением цены на ртуть резко возрастали и, наоборот, снижались при превышении производства над спросом. Так, в 1933 г. в связи с экономическим кризисом цены на ртуть на Нью-Йоркской бирже снизились до 1739 долл. за 1 т, к 1940 г. возросли до 5127 долл., к 1943 г.—до 5658 долл., а к 1950 г. снизились до 2350 долл. (на Лондонской бирже металлов до 1710), и снова возросли к 1955 г. до 8750 долл.

Для поддержания цен на высоком уровне основные экспортёры ртути создали испано-итальянский ртутный картель, который стремился диктовать свои условия на мировом рынке. Благодаря достигнутому соглашению с Мексикой под контроль картеля попадало до 80—90% общего производства ртути, и в этих условиях цены на нее отражали не только колебания спроса, но и искусственные изменения в поставках металла. Оживление активности на рынке ртути, начавшееся в 1964 г., привело к необычайно резкому повышению цен на нее. Так, если в январе 1964 г. цена 1 т ртути составляла 6810 долл., то к декабрю она поднялась до 14 000 долл. (в среднем за год составила 9130 долл.), в мае 1965 г. до 20560 долл. (в среднем за год 16 550 долл.). В первом полугодии 1966 г. цены стали понижаться и к маю достигли 9000—10 000 долл., но к концу года снова возросли до 15 400—15 800 долл. за 1 т и примерно на этом уровне сохранились в 1967 г. В середине 1966 г. в период падения цен на ртуть одна из крупнейших в мире поставщиков ртути — итальянская компания «Монте Амиата» — объявила, что она не будет продавать ртуть дешевле 10 110 долл. за 1 т и что готова, если обстоятельства ее к этому принудят, складировать весь производимый металл.

В 1970 г. средняя цена на ртуть составила в США 11 819 долл. за 1 т, в 1971 г.—8476, в 1972 г.—6327, в 1973 г.—8296, в 1974 г.—8163 и в 1975 г.—4583.

Вздорожанию металла в 1973—1974 гг. способствовало сокращение его производства в ряде стран, а также то что крупные поставщики часто воздерживались от продажи металла и складировали его в ожидании повышения цен.

Стремясь укрепить положение на рынке ртути, представители основных стран-производителей в 1973—1974 гг. провели ряд совещаний для выработки совместных условий торговли ртутью. В октябре 1973 г. в Мексике было подписано официальное соглашение о проведении единой политики в области цен. В мае 1974 г. в Алжире состоялось международное совещание стран-производителей ртути, в котором приняли участие представители Алжира, Испании, Италии, Мексики, Турции, Югославии и в качестве наблюдателя Канады. На совещании было принято решение установить минимальную продажную цену металла в 350 долл. за бутыль (10,1 долл. за 1 кг). Однако поддерживать цену на этом уровне производителям не удалось.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ОБЛАСТИ ДОБЫЧИ, ОБОГАЩЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В связи с прогрессом в технике и технологии добычи, обогащения, переработки и транспортировки минерального сырья систематически снижается роль природных факторов при освоении месторождений полезных ископаемых. Экономичные способы разработки месторождений позволили значительно шире использовать бедные руды и руды сложного состава, добывать минеральное сырье с больших глубин, вдали от побережья. Более рентабельной, например, становится разработка крупные месторождений бедных руд открытым способом, которые в прошлом вовсе не имели практического значения, чем небольших месторождений богатых руд подземным способом.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ГОРНЫХ РАБОТ И ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Прогресс в бурении на нефть и газ открыл новые возможности в освоении морских месторождений и месторождений на суше (например, в районах вечной мерзлоты в Арктике). Глубина эксплуатационных нефтяных скважин на суше достигла 7620 м и более, а на море они бурятся под слоем воды, превышающим несколько сотен метров. Увеличились подвижность и портативность буровых станков, улучшились качества промывочной жидкости и трубопроводов, повысилась автоматизация процессов. Возросла рентабельность нефтедобычи благодаря автоматической откачке нефти с промысла потребителю. Улучшилась и эксплуатация централизованного резервуарного парка. Значительный прогресс достигнут в конструкциях морских оснований для бурения скважин и добычи нефти. Современные способы установки и фиксации плавучих буровых станков позволяют вести бурение на большей глубине и в неспокойных условиях акваторий.

Исключительно широкий размах приобрели во всех странах научные исследования и производственные разработки по увеличению нефтеотдачи коллекторов. Интенсивно развивалось применение вторичных методов добычи нефти и поддержание пластового давления путем нагнетания воды, газа, воздуха, сжиженного нефтяного газа или пара, а также добавок химреагентов в нефтяные пласты. Применяется гидравлический разрыв

малопроницаемых пластов с закачкой жидкости под большим давлением. Извлечение наиболее вязких сортов нефти производится, в частности, с помощью нагнетания пара или вытеснения ее из пласта продуктами сгорания. Однако при этом коэффициент нефтеотдачи в семидесятых годах не повысился, и в настоящее время извлекается из недр в среднем лишь 1/3 выявленных геологических запасов нефти.

Производятся экспериментальные ядерные взрывы на месторождениях нефти и природного газа для увеличения трещиноватости пород и интенсификации извлечения указанных полезных ископаемых. При этом разрушаются лишь окружающие заряд породы без образования кратеров и выбрасывания продуктов взрыва в атмосферу. В распоряжении Атомной комиссии США имеются данные по 225 подземным взрывам.

В США разработана технология извлечения вязкой нефти, которая раньше не добывалась из-за высоких затрат и технологических трудностей. Современный уровень техники позволяет осуществить извлечение ее с меньшими затратами. При новом способе, названном электрофак, в скважинах размещаются электроды, посылающие электрический ток в нефтяной пласт. Под действием тока происходит нагревание нефтеносного (битуминозного) песка и уменьшение вязкости нефти. Для лучшего стимулирования процесса через ствол скважины между электродами вводится воздух или газ.

Ускоренными темпами осуществляется технический прогресс в нефте- и газодобывающей промышленности Советского Союза. Более 50% добычи нефти в стране получают путем применения вторичных методов воздействия на пласт и призабойную зону скважин, повышающих коэффициент нефтеотдачи. Широко применяются методы активного воздействия на пласт, в частности законтурное и внутриконтурное заводнение, которыми охвачено большинство разрабатываемых месторождений.

Путем закачки воды в продуктивные пласты по скважинам в СССР за 1966—1970 гг. добыто свыше 200 млн. т нефти, а общий экономический эффект от применения метода поддержания пластового давления составил около 1 млрд. руб. За 1971—1975 гг. должно было быть закачано в пласты свыше 3,5 млрд. м³ воды.

Широко используются электропрогрев скважин, закачка пара в пласт, гидоразрыв с термокислотной обработкой забоев скважин, метод имплозии, оборудование обводнившихся скважин плунжерными лифтами и т. д.

Основным направлением в совершенствовании технологии разработки было дальнейшее повышение активности систем заводнения с целью увеличения темпов отбора нефти и повышения нефтеотдачи пластов.

Значительно усовершенствованы системы законтурного и внутриконтурного заводнения за счет: совмещения в один объект

нескольких пластов; интенсификации добычи нефти путем увеличения градиента давления в пласте; повышения давления на линии нагнетания значительно выше начального; снижения забойного давления в эксплуатационных скважинах ниже давления фонтанирования при одновременном разрежении сетки эксплуатационных скважин; уменьшения ширины площадей самостоятельной разработки при внутренконтурном заводнении.

Среди методов заводнения наиболее широко распространен метод поперечного разрезания залежей рядами нагнетательных скважин, обеспечивающий наибольшую эффективность разработки месторождений со значительной площадью нефтеносности. Поперечное разрезание залежи широко применяется также на месторождениях с пониженной проницаемостью коллекторов и в условиях ухудшенных коллекторских свойств пластов в приконтурных зонах скважин.

Очаговое заводнение, ранее применявшееся главным образом в качестве вспомогательного в сочетании с другими видами заводнения, в последние годы по ряду месторождений принято в качестве основного метода. Он применяется при разработке залежей нефти, приуроченных к пластам со значительной зональной неоднородностью, т. е. резко изменчивым по проницаемости и мощности или имеющим прерывистое строение.

Впервые в мире в СССР применено заводнение при разработке залежей нефти в трещиноватых карбонатных коллекторах. На ряде месторождений ведется закачка в пласты раствора, обработанного поверхностно-активным веществом, добавляются в воду углекислота и срная кислота, раствор полиакриламида. В последние годы для повышения коэффициента нефтеотдачи во многих районах в промышленном масштабе стали применять тепловые (термические) методы воздействия на призабойную зону скважин.

Значительное распространение получил прогрессивный метод одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов одной нефтяной или нагнетательной скважиной. Все эти мероприятия позволили резко сократить число эксплуатационных скважин и вместе с тем еще более повысить уровень добычи нефти при значительном улучшении экономических показателей разработки.

Повышению эффективности добычи нефти и наиболее полной утилизации растворенного газа способствует применение на месторождениях герметизированной, высоконапорной системы сбора этих полезных ископаемых. Нефть, начиная со скважины и кончая «хвостовыми» сооружениями магистрального нефтепровода, под пластовым давлением или с помощью глубинного насоса транспортируется совместно с растворенным в ней газом на центральный пункт. Там газ отделяется от нефти и направляется на переработку.

Значительно упрощается обслуживание всех объектов, создаются благоприятные условия для комплексной автоматизации, резкого сокращения численности промышленно-производственного персонала. Уменьшается площадь земель, выделяемых для промыслов, и защищается воздушный бассейн от загрязнения нефтяным газом. Герметизация всей технологической системы сбора, транспорта и подготовки нефти в 2—2,5 раза уменьшила потери горючего от испарения.

Теперь новые нефтяные месторождения во всех без исключения районах должны обустраиваться по указанной системе совместного сбора нефти и газа с сосредоточением объемов сепарации, подготовки нефти в пунктах обслуживания, с применением блочных, полностью автоматизированных установок заводского изготовления. Индустральные методы монтажа объектов — блоков высокой заводской готовности — позволили значительно сократить сроки их сооружения.

Большой экономический эффект связан с внедрением бурения долотами уменьшенного и малого диаметра, применением труб из легких сплавов, внедрением технологии бурения скважин с полным контролем за показателями режима бурения на забое скважины. Комплексная автоматизация промыслов позволила уменьшить численность обслуживающего персонала на десятки тысяч человек и съэкономила не менее десятков миллионов рублей капитальных вложений. Почти весь прирост добычи нефти в СССР в девятой пятилетке получен без увеличения численности персонала.

Значительными научно-техническими успехами сопровождается развитие газодобывающей промышленности. Большой экономический эффект достигается при промышленном освоении месторождений после их выявления и совмещении разведки с сооружением газосборных систем и устройством промыслов. Широко внедряются комплексная автоматизация газосборных пунктов, централизованное управление промыслов и перевод на безвахтенное обслуживание газораспределительных станций. Повышается пропускная способность газопроводов за счет использования труб большого диаметра (до 2590 мм) и одновременно существенно снижаются их относительная себестоимость и расход металла. Проводятся экспериментальные работы с целью установления применимости подземных ядерных взрывов для повышения продуктивности газоносных отложений.

Важным достижением научно-технического прогресса является разработка и широкое внедрение технологии получения сжиженных газов, мировое производство и потребление которых быстро развивается. Это позволило улучшить снабжение газом промышленности и коммунального сектора в условиях резкого повышения спроса на газ, организовать межконтинентальные перевозки газа в специальных танкерах-рефрижераторах, и, что особенно важно, приступить к экспорту нефтяного газа из раз-

вивающихся стран, где из-за отсутствия местных потребителей он почти целиком терялся и сжигался в факелах.

Большой технический прогресс достигнут за последние годы в добыче твердых полезных ископаемых за счет использования высокопроизводительных систем и механизмов. Одним из главных его направлений является преимущественное развитие открытого способа разработки месторождений, особенно в связи с вовлечением в промышленное освоение крупных месторождений сравнительно бедных руд, в частности железистых кварцитов, медногорфировых и штокверковых молибденовых руд.

В США и Канаде более 90% железной руды добывается открытым способом, а вводимые в эксплуатацию карьеры, как правило, имеют крупные размеры и высокую техническую оснащенность. Это характерно и для предприятий развивающейся железорудной промышленности Латинской Америки, Австралии и Африки, где открытые разработки почти полностью вытеснили подземную добычу. Возрастает также удельный вес разработок открытым способом других полезных ископаемых. Например, 85% медных руд добывается в последние годы в США в сравнительно небольшом количестве крупных карьеров, а мощность горно-обогатительных предприятий увеличилась с 30—40 тыс. т/сут в пятидесятые и шестидесятые годы до 60 тыс. т/сут и более в настоящее время. Имеется проект сооружения горно-обогатительного предприятия с мощностью фабрики 176 тыс. т/сут и капиталовложениями 500 млн. долл.

За последние 25 лет усовершенствованная техника позволила значительно повысить производительность труда на открытой добыче. На передовых горных предприятиях при открытом способе добычи производительность труда рабочего по горной масse достигает 100 т/смену. При этом на строительство горных предприятий обычно требуется значительно меньше капитальных вложений, чем на строительство предприятий такой же мощности с подземной добычей: строительство карьера мощностью 20—30 тыс. т руды в сутки обходится в 100 млн. долл., тогда как сооружение подземного рудника суточной мощностью 2 тыс. т руды требует вложения 12 млн. долл., а мощностью 3 тыс. т — 16 млн. долл. При открытом способе разработки не только повышается производительность труда и снижается стоимость добычи, но и существенно облегчается труд горняков, достигается более полная выемка полезных ископаемых с относительно низкими потерями, которые составляют 3—8% и лишь при разработке сложных месторождений — 10—12%.

Значительно сократился теперь период подготовки месторождений к открытой добыче, занимающий в ряде случаев всего 2—3 года. Для этого значительно увеличен объем вскрыши с применением высокопроизводительных роторных комплексов непрерывного действия. В Канаде при подготовке к разработке открытым способом месторождения медно-никелевых руд для

их вскрытия (удаления 11,5 млн. м³ пород вскрыши) применена гидравлическая всасывающая драга. Вода для нее подавалась из ближайшего озера, туда же поступала по трубопроводу отсасываемая порода. В результате образовался котлован эллиптической формы около 1100 м длиной и 600 м шириной. Недавно в Аризоне начата добыча медной руды на руднике, где предварительно потребовалось снять 113,3 млн. м³ вскрыши, что стало возможным благодаря прогрессу в техническом оснащении и новым методам ведения работ.

Неизменно возрастает глубина отработки месторождений открытым способом, превышающая на ряде карьеров 700 м.

Внутрикарьерный транспорт на зарубежных карьерах преимущественно автомобильный, причем к наиболее перспективным относятся машины с газотурбоэлектрическим и дизель-электрическим приводом грузоподъемностью 60 т и более. Намечается выпуск карьерных газотурбинных автомобилей грузоподъемностью 190 т.

Сравнительно ограниченное применение имеет железнодорожный внутрикарьерный транспорт. На ряде крупных железорудных предприятий используются мощные локомотивы, большегрузные поезда, средства автоматизации, телеуправления и вычислительной техники. Радиоуправление дизель-электрическими локомотивами осуществлено на карьере железорудного предприятия «Минтак» в штате Миннесота США. Средства радиоуправления, которыми оборудованы локомотивы, включают установленную в кабинах приемную раскодирующую аппаратуру, а также устройство, передающее команды исполнительным механизмам управления. Применение радиоуправляемых локомотивов позволило сократить на 65% численность обслуживающего персонала и способствовало значительному улучшению работы карьерного железнодорожного транспорта.

Быстро развивается разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом в СССР. Удельный вес его в общей добыче железных руд увеличился с 56% в 1960 г. до 81% в 1975 г. Все железорудные предприятия Кольского полуострова, Курской магнитной аномалии (кроме рудника Губкинский), горно-обогатительные комбинаты, перерабатывающие железистые кварциты Кривого Рога, предприятия Керченского бассейна, Восточной Сибири и Казахстана разрабатываются открытым способом. Подземным способом отрабатываются лишь богатые руды Криворожья, Горной Шории и частично Урала. Доля открытого способа добычи марганцевых руд достигла 78,7%, хромитов 93,4%. Возрастает открытый способ разработки месторождений и других полезных ископаемых. В общесоюзной добыче руд цветных металлов он достиг 64% (по предприятиям Главмеди превысил 82%), горнохимического сырья — 82%, других неметаллических ископаемых и строительных материалов — почти 100%.

Значительное повышение удельного веса открытого способа разработки является и впредь генеральным направлением в улучшении экономики горной промышленности: он позволяет не только повышать производительность труда и снижать себестоимость товарной продукции, но и создает исключительно благоприятные условия для сокращения потерь полезного ископаемого и уменьшения разубоживания. Так, предполагается, что в 1980 г. открытым способом будет добываться угля — до 50—55%, железных руд — до 85%, ряда цветных металлов — до 76—80%.

Одновременно с развитием открытого способа добычи происходит и ее концентрация. На долю карьеров мощностью свыше 10 млн. т железной руды приходится более 70% общесоюзной добычи. Существенно увеличиваются мощности угольных карьеров. На карьерах Экибастузского месторождения добыча угля в десятой пятилетке будет доведена до 70—75 млн. т. Здесь, на крупнейшем в стране разрезе Богатырь работает шагающий роторный комплекс производительностью 500 т/ч и еще два подобных агрегата будут введены в действие в ближайшее время.

Удельные капитальные затраты для намечаемых к строительству крупнейших угольных карьеров в Канско-Ачинском бассейне мощностью 30—55 млн. т угля в год составят менее 2 руб., себестоимость 0,24—0,32 руб., а производительность труда рабочего — до 166 т на выход. Канско-ачинский уголь конкурентоспособен с природным газом и нефтью, а электроэнергия, выработанная на нем и переданная в центральные районы европейской части СССР, будет одной из самых дешевых.

К открытию XXV съезда КПСС завершен монтаж шагающего экскаватора с ковшом емкостью 100 м³ и стрелой 100 м. Он предназначен для ведения вскрышных работ на разрезах Канско-Ачинского бассейна и может переместить 17 млн. м³ пород в год. На действующих в стране угольных карьерах достигнуто устойчивое годовое понижение горных работ на 10—15 м.

Возрастает глубина разработки месторождений открытым способом. На одном из крупнейших месторождений меднопорфировых руд Бингем в США глубина карьера превышает 760 м и, вероятно, в будущем увеличится еще больше. В Советском Союзе на большую глубину запроектированы карьеры на ряде месторождений железных руд (Ингулецкое — 300 м, Соколовское — 432 м, Коршуновское — 560 м, Сарбайское — 630 м, Каучарское — 723 м) и медных (Гайское — 380 м, Коунрадское — 395 м, Николаевское — 400 м, Сибаевское — 440 м). Для Баженовских асBESTовых карьеров приняты глубины 500 и 680 м. Глубина Коркинских угольных карьеров Челябинской области уже достигла 470 м от поверхности. Проектируются карьеры на большие глубины.

Основным направлением совершенствования технологии открытой разработки является создание поточного производства, позволяющего полностью механизировать и автоматизировать весь технологический процесс выемки, транспортировки и укладки в отвал горной массы. Внедрение циклично-поточной технологии добычных работ с применением высокопроизводительных экскаваторов непрерывного действия позволяет в несколько раз увеличить производительность труда и снизить себестоимость добычи. Для транспортировки горной массы из карьеров все в больших масштабах применяются дизельные и дизельно-электрические автосамосвалы грузоподъемностью до 70—120 т. Большое значение придается конвейерному транспорту, который явится основой будущего поточного производства. Применение конвейера позволит организовать непрерывную и ритмичную по-дачу руды на фабрику и породы в отвал и автоматизировать выдачу горной массы из карьера. Технологические схемы поточной линии найдут широкое применение на крупных карьерах КМА, Качарском и Лисаковском ГОКах. На угольных карьерах будут использованы конвейерные ленты производительностью до 20—25 тыс. м³/ч при транспортировке вскрыши и в 10—20 тыс. т/ч при транспортировке угля. Для транспортировки угля из карьеров будут применяться углевозы грузоподъемностью 200—250 т с электрическим приводом колес, а на вскрышных работах — автосамосвалы грузоподъемностью 200—300 т.

Предусматривается расширение области применения бестранспортной системы разработки с использованием драглайнов большой мощности (с емкостью ковша 250—350 м³ при длине стрелы до 120 м). Для полной автоматизации производственного процесса на угольных карьерах предусматривается широкое применение мощных роторных экскаваторов с повышенными усилиями резания на вскрышных работах и на добыче угля на месторождениях с горизонтальным и слабонаклонным залеганием угольных пластов. На вскрышных работах будут использованы роторные комплексы с теоретической производительностью до 20—25 тыс. м³/ч и забойные отвалообразователи с консолями длиной до 250 м. На добычных работах предусматривается применение роторных экскаваторов производительностью 5—10 тыс. м³/ч.

Новая техника и передовая технология внедряются на действующих карьерах цветной металлургии. Ударно-канатное бурение заменяется шарошечным и огневым. Замена 50 станков старого типа 7 станками шарошечного бурения на Коунрадском руднике позволила сократить число бурильщиков на 35%, а производительность труда увеличить более чем в 2 раза. Объем горных работ в цветной металлургии возрастет до 2,5 млрд. т в 1980 г.

На железорудных карьерах должны найти применение буровые станки для немеханических способов бурения: электрогид-

равлического, гидравлического, с помощью взрыва, ультразвука и плазмы. Будут использованы электрические способы разрушения массива с применением высокочастотной электромагнитной энергии, применением токов повышенной частоты, электродуговые и электроимпульсные методы разрушения. Ведутся исследования по использованию лазеров для разрушения пород.

Однако до сих пор буро-взрывной способ разрушения скальных пород при разработке рудных месторождений остается вне конкуренции. Между тем трудоемкость этих работ весьма значительна и при добыче открытым способом расходы на них достигают 20% от общих трудовых затрат, при добыче подземным способом в среднем — 40%, а при очень крепких породах — 70%. В Советском Союзе общая длина шпурков и скважин для взрывной отбойки измеряется сотнями тысяч километров в год. Во всех странах продолжается совершенствование буро-взрывных работ путем применения многорядного коротко-замедленного взрывания, внедрения механизированного заряжания скважин и использования высокоеффективных многокомпонентных водонаполненных металлизированных и неметаллизированных ВВ.

В результате широкого внедрения новых видов взрывчатых веществ с механизированной зарядкой скважин значительно повышена эффективность взрывных работ на карьерах Балхашского, Зыряновского, Лениногорского, Каджаранского, Джезказганского, Норильского и других комбинатов. Производительность труда на этих работах возросла в 2,5—3 раза.

При разработке россыпей широко применяются мощные бульдозеры, гидромониторы с дистанционным управлением, шагающие экскаваторы и мощные драги производительностью до 8 млн. м³ горной массы в год.

Считают, что открытый способ разработки месторождений, отличающийся высокими экономическими показателями, и в дальнейшем получит преимущественное развитие, но одновременно будут интенсивно осуществляться необходимые мероприятия по сохранению окружающей среды и восстановлению земель, нарушенных при производстве добывочных работ.

В Советском Союзе вопросам охраны окружающей природной среды всегда придавалось большое значение, а теперь они узаконены утвержденными Верховным Советом СССР «Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах». Предусматривается рекультивация всех земель, нарушенных в ходе горных работ, приведение земельных участков в безопасное состояние и в состояние, пригодное для использования в народном хозяйстве: для нужд сельского, лесного и рыбного хозяйства, для создания зон отдыха. Благодаря рекультивации земель в определенной мере восстанавливаются нарушенные горными работами гидрогеологические режимы, прекращаются загрязнение воздуха и вод, усыхание и гибель растительности и снижение урожайности сельскохозяйственных куль-

тур, а также улучшаются микроклимат и санитарно-гигиенические условия.

Законы по охране окружающей среды в последнее время приняты и в ряде других стран. Теперь значительную долю затрат при организации горно-обогатительного предприятия составляют расходы на охрану окружающей среды, особенно при сооружении угольных карьеров. В связи с этим в зарубежной печати, в частности США, высказываются опасения, что осуществление законов по охране внешней среды окажется существенным тормозом в развитии жизненно важных для экономики страны отраслей горной промышленности. Кроме того, дорогостоящие проекты восстановления земель, нарушенных при производстве добывочных работ, послужат причиной значительного увеличения себестоимости добычи.

В будущем, вероятно, заметно возрастет роль подземной добычи, тем более что многие из ныне действующих открытых разработок вскоре достигнут максимально допустимых для их рентабельности глубин. Техника и технология подземных разработок месторождений полезных ископаемых неуклонно совершенствуется, но производительность труда на этих работах все еще на 3—7% ниже, чем на открытых.

Интенсивно осуществляются разнообразные мероприятия для всемерного снижения издержек производства на предприятиях угольной промышленности с тем, чтобы максимально снизить стоимость добычи угля и сделать его конкурентоспособным в ряде отраслей промышленности по сравнению с нефтью и природным газом. Для этой цели закрываются старые нерентабельные предприятия, модернизируются и оснащаются высокопроизводительной техникой действующие предприятия, внедряются автоматизация и комплексная механизация на горноподготовительных и очистных работах, погрузках и транспортировке, повышается удельный вес крупных шахт.

Весьма перспективным представляется осуществляемый в Советском Союзе механо-гидравлический метод добычи угля. Этим методом одна бригада в Кузбассе за два года добыла из одного забоя 2700 тыс. т угля при среднемесячной производительности труда 1327 т на рабочего. Американская фирма «Кайзер» приобрела в Советском Союзе лицензию на этот способ добычи угля.

Канадско-американские компании изучают наиболее эффективный метод разработки горных пород при помощи гидромонитора; в основе его лежит система, предложенная советскими учеными. Вода выбрасывается монитором со скоростью артиллерийского снаряда в течение тысячной доли секунды, «выстрелы» же следуют через несколько секунд. Она разрушает самые твердые скальные породы. «Водная пушка» безопасна для работающих на ней шахтеров, легка в управлении.

В США разработана машина для проходки туннелей, разрушающая твердые гранитные породы с помощью струй воды диаметром 0,25 мм. Вода выбрасывается со скоростью 900 м/с под давлением в 400 МПа (4000 атм) из сапфировых сопел. При использовании такой машины значительно увеличивается скорость проходки туннелей и почти на 30% снижается стоимость проходки.

В Донбассе проходит испытание комбайн с импульсным водометом «КИВ», выбрасывающим воду под давлением 800—1000 МПа (8—10 тыс. атм). Такого усилия достаточно, чтобы с расстояния 1—2 м крошить крепчайшие породы. Комбайн не дает пыли, позволяет вести интенсивные работы в газовых шахтах, не вызывая опасения, что искра вызовет пожар или взрыв метана. Для управления комбайном достаточно всего 2—3 человека в смену.

С целью расширения масштабов разработки тонких и особенно весьма тонких (менее 0,7 м) угольных пластов, для которых практически отсутствуют средства механизации, разрабатываются эффективные технологические решения безлюдной выемки, в том числе с применением бурошнековых, скреперно-струговых установок и другого оборудования.

Когда мощность угольных пластов и пачек весьма мала (0,2—0,4 м) и они переслаиваются с породными прослойками такой же мощности, целесообразна валовая выемка горной массы с последующим обогащением. Хорошо зарекомендовал себя гидравлический способ, осуществляемый сезонными гидроустановками в шнековых и крутонаклонных сепараторах. Гидроустановки позволяют разрабатывать угли с зольностью до 70% и на отдельных месторождениях увеличить освоение промышленных запасов в 1,5 раза.

Достигнутые успехи в повышении производительности труда рабочих при подземной добыче и рост доли открытых разработок заметно сказались на снижении себестоимости добываемого угля. Так, добыча угля в Советском Союзе за последнее пятилетие увеличилась более чем на 70 млн. т, а число работающих в шахтах сократилось примерно на 140 тысяч человек.

В результате применения эффективных систем добычи (с массовой отбойкой руды глубокими скважинами, камерно-столбовой) в комплексе с высокопроизводительными и вибрационными установками, самоходным буровым, погрузочным и транспортным оборудованием, механизацией и автоматизацией вспомогательных и ремонтных операций на предприятиях цветной металлургии резко возросла производительность труда и снизилась себестоимость добычи.

В настоящее время на рудниках работает более 800 самоходных машин и установок, с помощью которых обеспечивается 1/4 общего объема подземной добычи руд.

Внедрение новой технологии добычи руд позволило повысить производительность труда забойной группы рабочих в 1,5—2,0 раза и снизить себестоимость горных работ на 25—30%.

На Северо-Уральском бокситовом руднике со сложными горно-геологическими условиями внедрена камерно-столбовая система вместо ранее применявшейся малопроизводительной системы слоевого обрушения. По новой системе добывается более 60% всего объема руды. Производительность труда забойного рабочего повысилась на 45—50%, себестоимость добычи 1 т руды снизилась на 12—15%.

На богатых по содержанию металлов месторождениях и участках в возрастающих объемах применяется система разработки с закладкой выработанного пространства с твердеющими смесями, обеспечивающая наибольшую полноту выемки запасов и минимальное разубоживание руды. Объем добычи руд этим способом возрос в 1975 г. более чем в 6 раз по сравнению с 1970 г. На Лениногорском комбинате в 1975 г. таким способом отрабатывалось 43% всей добывающей руды. Система отработки с закладкой выработанного пространства позволяет использовать отвальные хвосты обогащения для изготовления закладочных смесей, широко внедрять вибрацию, механизацию и автоматизацию процессов; в результате — трудоемкость и затраты на закладочные работы снизились в 5 раз, а потери руды сократились до 5%. В 1980 г. планируется довести удельный вес добычи руды с закладкой выработанного пространства до 66%. Накопленный опыт показывает, что широкий переход к системам разработки с закладкой позволит сократить потери руды на рудниках комбината «Ачполиметалл» в 2—3 раза.

Камерно-столбовая система широко используется при разработке месторождений цветных металлов в зарубежных странах. В США и Канаде на предприятиях, применяющих эту систему, себестоимость добычи руды составляет 2—3 долл. на 1 т при производительности по очистной выемке от 35—40 до 60 т на человека-смену.

Внедрение принципиально новой технологии добычи медных руд на базе самоходного оборудования на подземных рудниках Джезказгана позволило повысить производительность труда горнорабочего в 2—2,5 раза, и по своему характеру труд рабочего приблизился к инженерному. За счет применения комплекса самоходного оборудования и научной организации труда на Миргалимском руднике достигнута производительность труда на одного забойного рабочего около 112 т руды в смену, а скорость проходки горизонтальных выработок 1237,6 м в месяц одним забоем.

Широкое применение нашли самоходные буровые станки, обеспечивающие резкое увеличение производительности труда бурильщика благодаря более полной механизации процесса бурения. Наиболее перспективными являются станки вращательно-

ударного действия, в условиях крепких монолитных руд — станки алмазного бурения.

Внедрение вращательно-ударного бурения малыми диаметрами (56—65 мм) на Лениногорском комбинате позволило сократить затраты и повысить производительность труда, снизить потери руды, повысить ее качество.

В последние годы во Франции и ФРГ проводится большая работа по автоматизации бурения шпуров в шахтах. На французских железорудных рудниках все шире внедряются буровые каретки с программным управлением, которые выполняют все операции по бурению комплекса шпуров без участия человека.

Высокая производительность труда достигается при применении подземных взрывов для разрыхления добываемых крепких руд. Одновременный взрыв 540 т взрывчатки, заложенной в минные камеры и скважины на Шерегешевском руднике, позволил довести добычу магнетитовой руды до 10 тыс. т на каждого горнорабочего в месяц.

Совершенствуется техника и технология ускоренного сооружения шахт, применяются буровые коронки большого диаметра. В частности, на урановом месторождении Амброзия-Лейк в США закончено бурение вертикальной шахты глубиной 239 м и диаметром 5,02 м. Скважина по всей глубине обсажена стальной трубой с внутренним диаметром 4,26 м. При бурении использовалась буровая установка с двойной мачтой и 40-тонным долотом диаметром 5,02 м. Измерение кривизны ствола шахты показало отклонение от вертикали всего на 152,5 мм на полной глубине шахты. Удаление шлама из забоя в процессе бурения производилось продувкой сжатым воздухом. Бурение продолжалось менее 6 месяцев.

Для проходки вертикальных шахтных стволов диаметром 2,5—3,7 м в твердых скальных породах американской фирмой изготовлена специальная установка. Проходка ствола осуществляется из штрека снизу вверх. Вертикальное перемещение установки производится с помощью мощных гидравлических домкратов, установленных на поверхности, через трос, пропущенный сквозь опережающую скважину малого диаметра. Опытные выработки успешно пройдены в твердых кварцитах на южноафриканских месторождениях.

Уникальным, несомненно, является комбайн СК-IV, разработанный ЦНИИПодземмаш и созданный на Уральском заводе тяжелого машиностроения. Комбайн высотой 18 м и массой 196 т подготовлен в 1977 г. к проходке клетевого ствола диаметром 7 м и глубиной 1100 м на шахте им. Калинина в Донецке.

Как и при открытом способе добычи, основными направлениями технического прогресса подземных разработок являются переход на поточные методы производства, дальнейшая концентрация горных работ и рост масштабов горно-обогатительных предприятий, применение усовершенствованных и новых высокопро-

производительных комплексов оборудования и агрегатов для очистных работ, проходческих комплексов и агрегатов, механизирующих все основные процессы по проведению горных выработок, широкое применение бесперегрузочных конвейерных систем за счет применения конвейеров большой длины и на участковых выработках — телескопических конвейеров, автоматизации всех производственных операций на подземных процессах и на поверхности, осуществления добычи без постоянного присутствия людей в забоях. На одном из крупнейших в мире подземных рудников Кируна в Швеции мощностью 24 млн. т руды в год впервые применен метод вскрытия железорудного месторождения спиральными транспортными выработками со съездами до основного рабочего горизонта 540 м. К 1978 г. будет введен в строй новый транспортный горизонт 775 м, что позволит увеличить размер добычи рудника до 30—32 млн. т руды в год.

В результате осуществления в ряде стран мероприятий по совершенствованию техники и технологии подземной добычи производительность труда на передовых предприятиях возросла в 5—6 раз и не уступает производительности при открытом способе добычи.

Весьма характерным является рост глубины подземных выработок и в связи с этим необходимость решения сложных технических проблем, обусловленных огромным давлением и пластичностью горных пород и весьма высокой температурой среды. На золотых рудниках ЮАР горнопроходческие работы достигли глубины 3000—3900 м от поверхности при температуре пород, достигающей 47—54°. Для их охлаждения установлены холодильные установки производительностью до 16 тыс. т/сут льда и мощная система вентиляции выработок. Сложные мероприятия осуществляются для обеспечения безопасности работ в условиях огромного давления и высокой пластичности пород, а также эвакуации людей в случае аварии на главной электростанции рудника. Для этого создана аварийная электростанция, обеспечивающая частичную вентиляцию выработок, стенки которых проморожены на глубину 0,9 м; холод будет «рассеиваться» в течение двух часов, достаточных для эвакуации людей. Золоторудная жила месторождения Кола в Индии отработана до глубины 3231 м, а очистные работы на золоторудном месторождении Грейт-Боулдер в Западной Австралии производятся на глубине 1200 м.

Увеличение глубины разработок характерно и для месторождений других полезных ископаемых. Так, на медноколчеданных месторождениях Норанда и Флин-Флон в Канаде горные выработки достигли глубины 2000 и 1500 м соответственно, на месторождении Юнайтед-Верде в США — 1800 м, на месторождении Матамбра на Кубе — 1200 м.

Очистные работы на уникальном жильном месторождении меди Бьют в США производятся на глубине, превышающей

1500 м, на месторождении медно-никелевых руд Садбери в Канаде — на глубинах 1300—1500 м, на месторождениях самородной меди Верхнего озера в США — на глубине 1600 м, на месторождении медиистых песчаников Роан-Антелоп в Замбии — 1232 м и месторождении Мансфельд в ГДР — 800 м, на месторождениях полиметаллических руд Кер-д'Ален в США — более 1200 м, а на месторождении Морнинг Стар — 2300—2750 м. Добыча богатых железных руд в Криворожском бассейне, вероятно, уже в ближайшее время будет вестись на глубинах 1800—2000 м. Маломощные оловорудные жилы Боливии разрабатываются на глубинах, нередко превышающих 600 м.

При общей тенденции ускоренного роста масштаба сооружаемых горно-обогатительных предприятий в ряде стран вводятся в эксплуатацию и так называемые мини-рудники, созданные на базе мелких месторождений сравнительно богатых руд. В Канаде подобным мини-рудником являлся Лонг-Лейк в Онтарио. Рудное тело содержит менее чем 100 тыс. т руды, эксплуатационный срок месторождения составит всего 2 года. Проектная мощность обогатительной фабрики 200 т/сут руды. Среднее содержание цинка в руде 23%, а нередко и 50%. Затраты на освоение рудника оценивались менее чем в 500 тыс. долл. Рудник введен в действие в марте 1973 г. В районе продолжались разведочные работы с целью открытия новых месторождений.

Аналогичный по мощности рудник создан в Квебеке на базе медно-никелевого месторождения. Запасы его руд, содержащих 1,56% никеля и 0,51% меди, составляют только 88 тыс. т. Освоение такого небольшого месторождения сравнительно богатых руд рентабельно лишь при минимальных затратах и использовании передвижных малогабаритных обогатительных установок. Производственные затраты на январь 1973 г. составили 10,39 долл. на 1 т руды, в том числе 2,58 долл. на добычу, 1,65 долл.— на дробление, 3,27 долл.— на обогащение, 2,9 долл.— на административные расходы. Валовой доход составил 21 долл. на 1 т.

Отмечается перспективность эксплуатации таких месторождений, особенно при условии применения дешевого гидрометаллургического способа переработки руды и наличия в районе группы подобных объектов, на которые может быть перебазировано оборудование.

Важным направлением научно-технического прогресса горной промышленности становится геотехнология — метод извлечения полезных ископаемых, основанный на переводе их с помощью тепловых, массообменных, химических или гидродинамических процессов непосредственно в недрах в состояние, пригодное для транспортировки через скважины на поверхность земли.

В последнее время сравнительно широкое развитие получила добыча минерального сырья различными методами подземного и кучного выщелачивания. Несколько крупных предприятий по добыче калийных солей этим методом создано в Канаде, где

пластины солей залегают на глубинах 700—1100 м. Предусматривается внедрение метода подземного выщелачивания калийных солей в республиках Средней Азии и Казахстане. Сгущение рассолов и получение твердого хлористого калия здесь будет осуществляться в системе испарительных бассейнов с использованием тепла солнечной радиации. В будущем метод подземного выщелачивания может найти применение для отработки глубокозалегающих калийных пластов Припятской и Прикаспийской впадин, недоступных для эксплуатации горным способом.

Подземным растворением добывается каменная соль в Славянске, Усолье-Сибирском, Башкирии, Армении и других местах. Этим способом проектируется разработка разведанного в последние годы месторождения поваренной соли в Горьковской области. Каменная соль, превращенная в рассол, будет подаваться химическим предприятиям г. Дзержинска по трубопроводу длиной 120 км.

Почти вся добыча самородной серы в США и Мексике осуществляется по методу Фраша, основанному на подземной выплавке ее паром или горячей водой. Аналогичным способом в Советском Союзе разрабатываются месторождения Язовское в Предкарпатье и Гаурдакское в Туркмении.

Более широко методы выщелачивания стали применяться для извлечения металлов из отвалов горно-обогатительных предприятий, отходов металлургических производств и из бедных и забалансовых руд. Выщелачивание меди из отвалов бедной руды началось в Испании на руднике Рио-Тинто еще в 1725 г. и в настоящее время во все возрастающих масштабах осуществляется во многих странах. Стоимость добываемой в процессе кучного выщелачивания меди в 5 раз меньше производства ее обычными методами. Методом подземного выщелачивания разрабатывается ряд месторождений меди в Аризоне (США), где они разрезаются системой горизонтальных выработок, затем руда подвергается дроблению с помощью взрывов или гидравлическими методами с последующим выщелачиванием слабым раствором серной кислоты, нагнетаемой по трубам в верхнюю часть месторождения. Обогащенные медью растворы поднимаются на поверхность, и металл извлекается из них электролитическим способом. Основными недостатками этого метода являются: низкая (только 50—60%) извлекаемость меди из руды и потери при добыче сопутствующих компонентов — молибдена, золота и селена.

Судя по опубликованному в зарубежной печати сообщению, компания «Кеннекот коппер корпорейшн», совместно с Атомной комиссией США и радиационной лабораторией Лоуренс предполагала произвести термоядерный взрыв в районе г. Стаффорд, где на глубине 150 м насчитывается около 2 млрд. т руды, содержащей 0,4% меди. Считали, что выщелачивание металла может быть начато спустя девять месяцев после взрыва.

Значительно увеличился объем получения меди кучным и подземным выщелачиванием в Советском Союзе. На Урале оно стало применяться в 1964 г. на Дегтярском руднике. Представляет практический интерес исследование процесса выщелачивания медно-никелевой руды Ловнозерского месторождения. По проведенным подсчетам, отработка месторождения методом подземного выщелачивания по сравнению с традиционной технологией может дать значительное снижение капитальных и эксплуатационных затрат, а также себестоимости товарного никеля.

В Канаде и в США с большим экономическим эффектом методом подземного выщелачивания добывается уран. При этом себестоимость добычи на одном из рудников в штате Вайоминг приближается к себестоимости добычи открытым способом в этом районе, но ниже, чем при подземной разработке. Применение метода выщелачивания позволило включить в разработку месторождения сравнительно бедных руд и на одном из них (в Техасе) снизить бортовое содержание U_3O_8 с 0,10 до 0,05% и более и тем самым в 2 раза увеличить его запасы.

На золотых рудниках США в настоящее время проходит промышленные испытания технология кучного выщелачивания бедных руд, отвалов, или руд таких мелких месторождений, отработка которых обычными способами нерентабельна. Новая технология заключается в том, что руда измельчается до 15—19 мм и складывается навалом на асфальтированную площадку, затем в течение недели она орошается циановым раствором. Из полученного раствора золото извлекается либо осаждением его цинком, либо абсорбцией активированным углем. Извлечение золота достигает 70%. Все испытания велись на рудниках штата Невада. Метод дальнейшего выделения золота из активированного угля разработан Горным Бюро США; оно производится при 150°C и давлении 0,647 МПа ($6,47 \text{ кгс}/\text{см}^2$) с использованием щелочных растворов.

К другим представляющим интерес новым методам переработки золотосодержащего шлама относится применяемая на руднике Лед в штате Южная Дакота в США технология цианирования с измельченным углем; при этом потери золота в хвостах составляют всего 0,007 г/т раствора. Ведутся работы по использованию этого процесса для переработки хвостов, получаемых при флотации серебра на руднике Крид в штате Колорадо.

На предприятии Бренда (Канада) начал применяться новый метод обогащения меднорифтовых руд с помощью выщелачивания, позволяющий снизить содержание в молибденовом концентрате нежелательных примесей меди, железа и кремния. Так, содержание меди снижено до 0,1% (допустимое 0,25—0,3%), железа — до 0,05% и кремния — до 1% и менее.

Коренные изменения в технологию добычи минерального сырья вносят микробиологические методы выщелачивания, уже нашедшие в ряде стран практическое применение. К ним отно-

сятся бактериальное выщелачивание меди и урана из руд, освобождение концентратов олова и золота от примесей мышьяка. Лабораторные и промышленные исследования показали, что наиболее перспективным способом добычи марганца из бедных забалансовых руд является метод подземного выщелачивания. В промышленных условиях при отработке участка забалансовых руд получены продуктивные растворы с содержанием марганца 27,5 г/л.

Исследованиями доказана также возможность применения бактерий для извлечения золота, цинка, висмута, свинца, сурьмы, лития и германия. Нуждаются в изучении в принципе реальные возможности практического использования микробиологических процессов применительно к никелю, таллию, молибдену, титану, алюминию и редким элементам.

Наиболее разработана технология микробиологического выщелачивания меди из сульфидных минералов путем ее «вымывания» из руд или отвалов раствором, содержащим сульфат окиси железа, серную кислоту и тионовые бактерии. В последнее время суммарная добыча меди, полученной с помощью бактериального выщелачивания в странах капиталистического мира, составляла 180—200 тыс. т в год. В США насчитывается более 11 предприятий, использующих микроорганизмы для добычи меди; аналогичные предприятия имеются в Мексике, Австралии, Испании, Португалии и ряде других стран.

Бактериальное выщелачивание дает возможность эффективно использовать вкрапленные медные сульфидные или сульфидно-окисленные руды с незначительным содержанием полезного компонента при малых энергетических, небольших капитальных и эксплуатационных затратах.

Чистая медь, полученная с помощью бактериологического метода, обходится в 2—3 раза дешевле меди, полученной традиционными способами, так как при этом резко сокращаются площади для горно-обогатительных предприятий (нарушения поверхности земли сводятся к минимуму), отпадает необходимость в строительстве шахт и подземном труде, становятся ненужными транспортировка, дробление, обогащение и металлургический передел руд и концентратов, не нарушается пахотный слой земли, не образуется пыль, отпадают расходы на защиту воздушной среды от загрязнения и очистку сточных вод. Сравнительно небольшие начальные капиталовложения и быстрая оборачиваемость средств способствуют получению чистой прибыли через относительно короткий срок; просто и быстро регулируется уровень добычи.

Подземное химическое и бактериальное выщелачивание позволяет в определенных условиях снизить себестоимость добываемых металлов и горно-химического сырья по сравнению с шахтными способами в 3—5 раз, а производительность труда повысить в 3—8 раз. Кроме того, эти методы дают возможность зна-

чительно увеличить сырьевую базу страны, позволяя с большой экономической выгодой вовлекать в разработку глубокие, забалансовые и отработанные месторождения, отвалы и т. п., интенсифицировать разработку месторождений, а также решать большую социальную задачу — выводить горняков из-под земли.

Развитию добычи полезных ископаемых бактериальными методами будут содействовать проводимые за рубежом научно-исследовательские и экспериментальные работы по использованию термоядерного взрыва для разработки низкосортных руд, залегающих на большой глубине и нерентабельных для добычи традиционными методами.

К важнейшим достижениям геологической и горной науки и практики последних лет, несомненно, относится открытие месторождений полезных ископаемых на дне морей и океанов, разработка которых возрастает ускоренными темпами. Поиски этих месторождений приобрели необычайный размах, и подводные работы на континентальном шельфе осуществляются 75 странами, а 25 из них ведут подводную добычу нефти. Морские месторождения теперь обеспечивают более 18% мировой добычи нефти, 6% природного газа и занимают также значительный удельный вес в добыче олова, алмазов, серы и ряда других полезных ископаемых. Добываемая с морских площадей нефть превосходит по стоимости остальные используемые ресурсы океана вместе взятые, включая рыболовство и извлечение химических компонентов из морских вод. Перспективными считаются участки акваторий с глубинами до 3000 м. В Мексиканском заливе прошла испытания эксплуатационная установка на участках с глубиной 115 м, возможные же глубины использования этой системы до 360 м. Разрабатываются установки для поисковых и эксплуатационных работ на глубинах до 900—1800 м. В 1975 г. в акваториях мира действовало около 900 буровых установок, которые должны были пробурить более 2000 скважин.

На протяжении последних лет публикуется много сообщений о марганцевых конкрециях, залегающих на дне океана. Считают, что общая масса их достигает 1,5 трлн. т; ориентировочно в них содержится до 360 млрд. т марганца. Наиболее широко конкреции распространены в Тихом океане, в приподнятой средней и глубоко погруженных юго-восточной и восточной его частях. Ежегодно, по ориентировочным подсчетам, осаждается около 10 млн. т конкреций. Промышленные скопления конкреций образуются преимущественно на глубинах 3000—6000 м. Атлантический и Индийский океаны считаются менее перспективными для образования залежей конкреций.

В связи с большой глубиной залегания и сложным минеральным составом руды эксплуатация залежей конкреций ранее считалась нерентабельной. В настоящее время уделяется большое внимание подготовке к использованию подводных запасов марганцевой руды, промышленная разработка которых может зна-

чительно повысить обеспеченность капиталистических стран этим видом сырья.

В совместной исследовательской работе по освоению процессов добычи и переработки конкреций со дна океана участвуют 25 крупных фирм США, ФРГ и Японии. Наиболее перспективным районом добычи конкреций считается север центрального района Тихого океана. Примерный состав конкреций в этом районе следующий: 20% марганца, 11% железа, 0,9% никеля, 0,5% меди и 0,3% кобальта. В августе 1972 г. международным консорциумом испытывался перспективный метод непрерывной добычи конкреций ковшевым элеватором. По расчетным данным, предприятие мощностью 900 тыс. т в год будет давать 11 тыс. т никеля, 9 тыс. т меди, 2 тыс. т кобальта и 250 тыс. т марганца. Себестоимость переработки, как полагают, составит 10—30 долл. на 1 т конкреций, а реализационная стоимость извлекаемых металлов — 50—100 долл. Специалисты ФРГ пришли к выводу, что извлечение металлов из конкреций будет выгодным только в том случае, если суточная производительность предприятия по переработке конкреций составит не менее 10 тыс. т, а концентрация конкреций — не менее 8 кг на 1 м² при следующем содержании металлов: никеля 1,4%, меди 1,3%, кобальта 0,5% и марганца 30%; установка должна работать не менее 250 дней в году.

Важную роль в усовершенствовании добычи полезных ископаемых в последние десятилетия сыграло применение математики и статистических методов. Компьютер позволил принимать быстрые решения при организации производственных процессов, внедрении автоматики и улучшении практики руководства, что в свою очередь привело к увеличению производительности. При этом потребовалась коренная ломка установившихся принципов планирования и руководства, изменение учебной программы высших учебных заведений. Современные специалисты владеют методами регрессивного анализа, линейного программирования, используют методы критического пути и др.

На крупных горно-обогатительных предприятиях действуют централизованные системы управления транспортом, рудоспусками, подземными пунктами дробления руды, бункерами, весо-контрольными станциями и т. д., оснащенные современными средствами автоматизации, дистанционного управления, телевидения и ЭВМ.

С помощью ЭВМ производится подсчет и анализ полезных ископаемых с учетом их качественных характеристик в пределах действующего, а также создаваемого предприятия, разрабатываются графики производства, проводится анализ схем проветривания шахт. С помощью компьютеров выбирают оборудование, оптимизируют погрузочные, транспортные работы и процессы обогащения, разрабатывают графики ремонтов и строительства, расширения и реконструкции предприятия. Число горно-

добывающих компаний, имеющих собственные вычислительные центры, неизменно возрастает. Одновременно увеличивается количество горных предприятий, использующих работу компьютеров в режиме автоматического разделения машинного времени. Большая машина устанавливается в главном управлении компании, а на карьеры и шахты отсылаются оконечные пульты, которые могут подключаться к основному компьютеру в любое время, когда на нем не работают с других пультов. Центральный компьютер, работающий в режиме автоматического распределения времени, может обслуживать до 40—60 оконечных пультов.

На XIV международном симпозиуме по применению компьютеров и методов исследований операций в горнодобывающей промышленности рассматривались также вопросы применения ЭВМ для решения крупных проблем, имеющих национальное значение: системные модели, модели национальных ресурсов, статистические модели в геологии и др.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Одной из важнейших проблем современной горной промышленности является интенсификация обогащения добываемых руд, качество которых во всех странах неизменно ухудшается вследствие вовлечения в использование сложных, труднообогатимых и бедных руд, а также руд, ранее полностью или частично относимых к забалансовым. Увеличение объемов обогащения в значительной мере обусловлено возрастающим разубоживанием руд, что в свою очередь вызвано применением высокопроизводительной, полностью механизированной и автоматизированной их добычи, а также повышением требований потребителей к качеству товарной продукции горно-обогатительных предприятий.

В последние годы существенные изменения в процессах обогащения и увеличение объемов работ такого рода происходят в связи с мероприятиями по охране от загрязнения окружающей среды, по сокращению потерь, рациональному и более полному комплексному использованию минерального сырья.

Систематически возрастает в мире добыча руд с низким содержанием железа, главным образом за счет увеличения в ее общем объеме доли железистых кварцитов, которые в недалеком прошлом не учитывались даже в качестве забалансовых руд.

В Советском Союзе вовлечение в промышленную эксплуатацию бедных руд позволило более рационально разместить производительные силы, вовлечь в отработку месторождения железистых кварцитов с низким содержанием металла, но с запасами более 1,5—3,0 млрд. т. В общей добыче железных руд доля железистых кварцитов (среднее содержание железа 34,4%) и титаномагнетитов (16,6%) увеличилась с 22,2% в 1960 г. до

51,8% в 1970 г. и 56,2% в 1975 г. и среднее содержание железа в добываемых рудах всех типов соответственно снизилось за эти годы с 44,5 до 37,4 и 36,3%.

Несмотря на постоянное снижение содержания железа в добываемой руде, качество товарной руды неуклонно повышается при соответствующем сокращении расхода кокса и флюсов и снижении общих издержек производства металлургических предприятий. Доля руды, поступающей на обогащение, увеличилась с 55,1% в 1960 г. до 79,3% в 1970 г. и 81,4% в 1975 г. и, вероятно, в 1980 г. достигнет 84%, а доля концентратов в товарной железной руде составит 75,5%.

В США удельный вес добываемой железной руды, подвергнутой обогащению, возрос с 76% в 1960 г. до 89% в 1965 г. и до 97% в 1974 г. Почти полностью также проходят обогащение добываемые руды в Канаде. Предполагается, что к 1985 г. почти вся железная руда, потребляемая в промышленно развитых странах, будет подвергаться обогащению.

Неизменно возрастают требования к качеству товарной железной руды. В капиталистических странах в сороковых годах руда с содержанием 47—49% считалась кондиционной, теперь же металлургические заводы покупают руду с содержанием железа не менее 52—53%. В США среднее содержание железа в товарной руде возросло с 51% в 1955 г. до 61,9% в 1970 г. В Канаде среднее содержание железа в товарной руде достигло 64,2%. Среднее содержание железа в товарной руде Советского Союза увеличилось с 54,3% в 1960 г. до 58,8% в 1970 г. и 59,3% в 1975 г. (соответственно в концентратах — с 55,1 до 61,8 и 62,5%), а расход сырой руды на производство товарной руды за эти годы возрос с 1,36 т до 1,82 т и 1,84 т.

Технический прогресс в обогащении железных руд связан с широким внедрением мокрого и сухого самоизмельчения, а также рудногалечного измельчения, с применением для окисленных и полуокисленных руд комбинированных магнитно-гравитационно-флотационных схем обогащения с использованием винтовых сепараторов, полиградиентных сепараторов с интенсивным магнитным полем и обратной флотацией, с использованием в схемах обогащения газоструйного обжиг-магнитного способа в реакторах кипящего слоя, магнито-гидродинамической сепарации, а также с применением магнитно-флотационных схем для железных руд, содержащих ценные металлы, с целью их комплексного использования.

Важное значение для получения сверхбогатых концентратов с содержанием железа более 70% имеет освоение рациональных способов сочетания флотации и гравитации (гидроциклизование) обычных концентратов. За рубежом все более широко распространяется флотационное обогащение окисленных, а также комплексных железных руд. Флотацию применяют в комбинированных схемах обогащения смешанных железных руд для до-

извлечения слабомагнитных железных минералов, для доводки магнетитовых концентратов методом обратной флотации с целью удаления кремнезема, для извлечения сопутствующих минералов цветных металлов при комплексном использовании железных руд. В Советском Союзе прямой флотацией осуществляется извлечение железа из хвостов магнитной сепарации.

Большое народнохозяйственное значение имеет проблема обогащения окисленных железистых кварцитов, количество которых только в отвалах горно-обогатительных комбинатов Кривого Рога и КМА превышает 150 млн. т, а балансовые их запасы составляют 2200 млн. т. Обычно окисленные железистые кварциты характеризуются более благоприятными горнотехническими условиями разработки по сравнению с магнетитовыми разностями, так как залегают непосредственно под породами вскрыши; поэтому несмотря на более высокую стоимость их обогащения в целом приведенные затраты на 1 т товарной продукции будут ниже, чем на продукцию, получаемую из магнетитовых кварцитов. Разработка рациональной технологии обогащения окисленных кварцитов большое внимание уделяется и за рубежом. В США разработан новый метод обогащения гематитовых кварцитов с применением селективной коагуляции и диспергирования кремнезема.

В последние годы все большее внимание уделяется окатышам, использование которых позволяет значительно увеличить производительность доменных печей. Высокие розничные цены на высококачественные концентраты и окатыши стимулируют рост их производства даже за счет переработки богатых руд. В капиталистических и развивающихся странах производство окатышей увеличилось с 45,1 млн. т в 1965 г. до 114,7 в 1970 г. и 152,5 млн. т в 1975 г. Содержание железа в окатышах находится в пределах 60—67 %. В ФРГ разрабатывается способ по выпуску окатышей, основанный на скрежетании угля, нефти или газа на подвижной колосниковой решетке. Получаемые при этом окатыши характеризуются постоянством размера и механической устойчивостью, что снижает расход газа при доменном процессе их переработки.

В последнее время большое внимание уделяется вопросу металлизации железорудного сырья, в первую очередь окатышей, использование которых намного повышает производительность электро- и доменных печей. Содержание железа в металлизированных окатышах достигает 86—95 % и они могут применяться для выплавки специальных сортов стали в электропечах.

В Советском Союзе выпуск окатышей увеличился с 0,3 млн. т в 1965 г. до 27,2 млн. т в 1975 г. В 1976 г. завершено строительство первой очереди уникальной фабрики окомкования Михайловского горно-обогатительного комбината. Годовая мощность первой очереди составляет 3,1 млн. т высококачественных окатышей. На сооружаемый Оскольский электрометаллургический за-

вод будут поступать по 20-километровому трубопроводу с Лебединского горно-обогатительного комбината окатыши, содержащие 70% железа. На заводе из пульпы будет отведена вода, окатыши подвергнутся обжигу природным газом, и содержание железа в них превысит 90%.

Почти вся добываемая в Советском Союзе марганцевая руда подвергается обогащению. В 1976 г. при общей добыче сырой руды 19,8 млн. т производство товарной руды составило 8,6 млн. т.

Главной задачей развития обогащения руд является повышение качества концентратов и максимальное извлечение марганца. Осуществляется перевооружение действующих фабрик с целью внедрения более передовой технологии гравитационно-магнитно-флотационных схем обогащения и оснащения более прогрессивным высокопроизводительным оборудованием.

Ведутся исследования по химическому и гидрометаллургическому обогащению руд, а также по использованию микробиологических процессов для выщелачивания марганца из бедных окисленных карбонатных руд. Совершенствуется технология глубокого обогащения никопольских марганцевых руд, результаты которых должны обеспечить лучшее извлечение марганца в концентраты, снижение содержания в них фосфора (до удельного показателя 0,0042%) и позволить не только выплавлять стандартные марки ферромарганца, но и резко снизить расход сырых руд на 1 т ферросплава.

Подавляющая часть хромитовых руд, добываемых в капиталистических и развивающихся странах, до недавнего времени не подвергалась обогащению. По содержанию Cr_2O_3 руды подразделяются на низкосортные (30—40%), среднесортные (41—47%), высокосортные (48% и выше). В последние годы в связи с недостатком на мировом рынке высокосортной хромитовой руды ведутся поиски экономичных способов переработки и использования бедных руд. Особенно этот вопрос актуален для ЮАР, обладающей огромными запасами среднесортных химических руд; при участии иностранных фирм там разработана новая технология подготовки хромитовых руд к плавке, ведутся работы по производству окатышей и брикетов из мелочи трансваальских руд, предполагается к 1978—1979 гг. закончить строительство двух фабрик окатышей суммарной мощностью 500 тыс. т продукции в год.

Все руды цветных, благородных и редких металлов подвергаются разнообразным процессам обогащения, которые в основном и определяют общее извлечение металлов из исходного рудного сырья и качество концентратов, направляемых на металлургический передел.

В цветной металлургии Советского Союза на долю обогащения приходится до 25% общих основных фондов. По объему обогащения страна занимает одно из ведущих мест в мире.

В последние годы достигнуты крупные успехи в обогащении руд благодаря внедрению технологических схем, основанных на использовании эффективного оборудования для самоизмельчения, новых машин для флотации и гравитации, новых флотационных реагентов и комплексной автоматизации, базирующейся на электронно-вычислительной технике. Широко применяются многостадийные коллективно-селективные схемы флотации, сохраняющие ведущее место в технологии обогащения руд цветных металлов. Расширяются области применения флотации, осуществляется дофлотация металлов из хвостов, осваиваются более экономичные и эффективные флотационные реагенты, внедряются более совершенные реагентные режимы и способы интенсификации процессов. Прогрессивный метод скоростной флотации позволил достичь на ряде фабрик высокой технико-экономической эффективности.

Разработка способов флотационного обогащения ряда окисленных минералов свинца, меди, молибдена, вольфрама и других цветных и редких металлов позволила вовлечь в хозяйственный оборот многие сложные комплексные руды, ранее относившиеся к непромышленным.

Большой экономический эффект получен благодаря внедрению способа обогащения руд в тяжелых суспензиях, который позволяет на стадии среднего дробления сбросить в отвал от 30 до 60% пустой породы, намного увеличивает производительность обогатительных фабрик и снижает себестоимость переработки руд. Этот способ дает возможность применять высокоэффективные системы разработки и вовлечь в добычу и переработку забалансовые руды, а также рудничные отвалы. Эксплуатационные затраты на обогащение в тяжелых суспензиях в 3—5 раз меньше затрат на измельчение до флотационной крупности и во столько же раз меньше затрат на флотацию одинакового количества руды. Вследствие этого капитальные затраты на сооружение установок для обогащения руд в тяжелых суспензиях во многих случаях окупались в течение 1—1,5 лет.

Весьма эффективным представляется сочетание процессов самоизмельчения и обогащения в тяжелых суспензиях, позволяющее удалить куски пустой породы из процессов измельчения. Объем переработки руд с применением тяжелых сред, пенной и люминесцентной сепарации увеличился за 1971—1975 гг. в 2,3 раза, а использование более эффективных реагентов и коллективно-селективных схем флотации в 1,3 раза.

Успешно внедряется рациональное сочетание механических обогатительных процессов с химическими и особенно гидрометаллургическими и сорбционными.

Важное значение приобрела проблема селективности в технологических процессах обогащения. С ней связаны не только значительное повышение степени комплексности и успехи в извлечении попутных полезных компонентов, но и улучшение ка-

чества концентратов основных компонентов. В частности, это относится к извлечению фосфора из железных, вольфрамовых, редкometальных, оловянных, марганцевых и других руд и продуктов их обогащения.

Рациональным методом повышения качества продуктов является гидрометаллургическая доводка концентратов обогащения, в том числе химическое и бактериальное выщелачивание, ионный обмен, экстракция, ионная флотация и др.

Большое значение при переработке труднообогащаемых руд приобретают микробиологические процессы. С их помощью вскрывают тонковкрапленное золото в арсенопиритных концентратах, и в результате количество извлекаемого металла возрастает во много раз. Доказано, что концентраты золота или олова, содержащие мышьяк, можно очистить с помощью бактерий с одновременным получением мышьяка.

Совершенствуется технология и аппаратура измельчения руд — самой энергоемкой и дорогой технологической операции в цикле обогащения. Стоимость сооружений дробильно-измельчительных комплексов составляет примерно 50—60% от общих капиталовложений на строительство фабрик. На многих обогатительных фабриках внедрено рудное и рудногалечное самоизмельчение руд, что позволило улучшить технологические показатели за счет более избирательного обогащения, снизить привнос железа и обеспечить достаточное раскрытие рудных зерен при более крупном измельчении, чем в шаровых мельницах.

Вопросам дальнейшего совершенствования техники измельчения руд для их последующего обогащения много уделяется внимания в зарубежных странах. В Японии широко используются установки дробилок в подземных выработках, применение конусных дробилок с гидравлическим регулированием разгрузочной щели в циклах вторичного и третичного дробления.

Осуществлены мероприятия по предотвращению закупорки отверстий сит, по повышению эффективности грохочения путем применения электрообогрева ситовых полотен и другие специальные методы. Начато внедрение резиновых ситовых полотен, изготовленных шведскими фирмами. На многих обогатительных фабриках применяется метод классификации только в гидроциклонах, включающий замкнутый цикл измельчения с гидроциклонами как в первичном, так и во вторичном циклах измельчения.

В СССР повышение технического уровня обогатительных фабрик осуществлялось путем их реконструкции, оснащения более производительным оборудованием — крупными мельницами для самоизмельчения руд, более эффективными флотационными и гравитационными установками (пневмомеханическими флотомашинами, конусными сепараторами, многоярусными концентрационными столами, винтовыми шлюзами).

Достигнутые успехи в обогащении руд цветных металлов и, как следствие, в повышении качества концентратов, поступающих для металлургического передела, позволило значительно увеличить выпуск металлов, не увеличивая мощности предприятий, и повысить степень их извлечения из добытого минерального сырья. Так, извлечение цинка из всего объема переработанных на обогатительных фабриках медно-цинковых руд возросло с 46,7% в 1970 г. до 60% в 1975 г.; выпуск цинка в цинковых концентратах увеличился в 1975 г. в сравнении с 1970 г. более чем в 1,7 раза.

Предусматривается, что в 1980 г. переработка руд по комбинированным и стадиальным схемам обогащения достигнет 80—85%, а с применением сорбционных процессов возрастет в 4—5 раз. Увеличится использование обогащения руд в тяжелых суспензиях, процессов самоизмельчения, методов пенной и люминесцентной сепарации, гравитационных и радиометрических методов обогащения, новых эффективных флотационных реагентов, расширится внедрение новых высокопроизводительных и эффективных машин и аппаратов: высокоеффективных инерционных дробилок, размольных мельниц с объемом до 130 м³, флотационных машин с объемом камер 120 м³ и других видов оборудования.

Большое значение в последнее время придается обогащению угля и повышению его качества, тем более что с ростом механизации очистных работ значительно увеличилось его разубоживание и возрос удельный вес в добываемом угле вмещающих пород. Снижение зольности сокращает загрузку железнодорожного транспорта, увеличивает теплоту сгорания угля, повышает коэффициент полезного действия котельных установок, снижает расходы топлива и затраты на ремонт и эксплуатацию котельных установок и т. п.

В основных угледобывающих странах вводятся в строй новые обогатительные фабрики, интенсивно модернизируется оборудование на действующих фабриках и совершенствуются процессы обогащения. В связи с принятием усиленных мер по охране от загрязнения воздушной среды ведутся интенсивные исследования по разработке эффективной технологии десульфуризации углей.

Объемы работ по обогащению углей в Советском Союзе неустанно возрастают, но все еще значительная часть общесоюзной добычи направляется потребителям без предварительной переработки. Так, удельный вес углей, подвергшихся переработке, в 1975 г. составил только 56,0%, в том числе на обогатительных фабриках 48,2%, на установках механизированной породовыборки 7,6%, на брикетных фабриках 1,8%, кроме того, рассортировано на шахтных сортировках 14,8%. Почти полностью (97,5%) подвергаются переработке на обогатительных фабриках угли для коксования.

Обогащение угля может производиться не только на обогатительных фабриках, но также на относительно недорогих упрощенных обогатительных установках с сезонным или круглогодичным режимом работы. Строительство таких установок может быть осуществлено в относительно короткие сроки и со значительно меньшими затратами по сравнению со строительством крупных обогатительных фабрик.

Для повышения эффективности использования бурых и других неспекающихся углей создана опытно-промышленная установка, на которой производится термоконтактное их коксование. При этом образуются полукукс, горючий газ, смолы, водяной пар. Полукукс может быть использован при агломерации руд черных и цветных металлов, для частичной металлизации железорудных окатышей перед плавкой, в качестве сырья для производства дешевых адсорбентов — поглотителей разного рода веществ, загрязняющих атмосферу и воды.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА

Основными направлениями технического прогресса в черной металлургии до последнего времени являлись рост концентрации производства и увеличение единичной мощности агрегатов. Это способствовало ускоренному росту выплавки металлов, снижению удельных капитальных затрат, расхода топлива, огнеупоров и воды, улучшению условий труда и повышению его производительности, снижению себестоимости продукции. Осуществлялась интенсификация доменного процесса путем улучшения металлошихты, применения природного газа и кислородного дутья и повышения КИПО доменных печей.

В последнее время в черной металлургии усилилась тенденция к переходу от мартеновского способа производства стали к более экономичным и совершенным — кислородно-конверторным и электросталеплавильным. Удельные капиталовложения при конверторном способе на 1 т установленной производственной мощности почти в 10 раз ниже, чем при мартеновском способе. Кроме того, при выплавке стали в кислородных конверторах значительно снижаются эксплуатационные расходы. Удельный вес стали, выплавленной кислородно-конверторным способом, достиг в Японии 81%, США 48%, ФРГ 69%, Италии 31% и Франции 28%. Увеличивается емкость кислородных конверторов, внедряются машины непрерывной разливки стали. Развивается и совершенствуется прямое получение металла из руд, обусловленное общим недостатком в мире коксующихся углей и ростом цен на них, значительным увеличением размеров и капитоемкости доменных печей и резким повышением цен на стальной лом.

Становится более экономичным сооружение небольших металлургических заводов с установками для производства губчатого железа и электропечами с непрерывной загрузкой в них металлизированного продукта, чем строительство металлургических заводов с полным циклом. Так, в условиях США экономия капиталовложений может составить 30—35% для заводов мощностью 1—2 млн. т/год; в условиях ФРГ капитальные затраты снижаются на 40% для установки мощностью 500 тыс. т/год и на 36% — для завода мощностью 2 млн. т/год. Для завода производительностью 500 тыс. т/год стоимость металла, полученного по схеме «доменная печь — конвертор», на 4,65 долл./т выше, чем стоимость металла, произведенного в электропечах из губчатого железа.

В связи с развитием электропечей и применением непрерывного литья широкое распространение за рубежом получило строительство так называемых минизаводов, на которых производится плавка скрапа или предварительно восстановленных окатышей с использованием природного газа и бурых углей. Строительство таких заводов представляет большой интерес для многих развивающихся стран, которые при сравнительно умеренных затратах могут создать у себя сталелитейную промышленность и не только обеспечивать внутреннюю потребность в стали, но и ее экспортовать. Снижение потребления кокса имеет важное значение для охраны от загрязнения окружающей среды, так как коксовые печи, несмотря на установку дорогостоящего очистного оборудования, выбрасывают в атмосферу значительное количество вредных газов.

Выплавка стали в электропечах в 1974 г. в капиталистических странах составила 71 млн. т, или 19% общего ее производства. Широкое развитие в ряде стран приобретает производство железного порошка, применяемого в основном в металлокерамическом и сварочном производстве. Перспективным направлением является использование порошка для изготовления проката. Основные мощности по производству железного порошка (около 500 тыс. т/год) сосредоточены в США, Канаде, Швеции и ФРГ.

Решениями XXV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР предусматривается совершенствовать и более широко внедрять выплавку стали в кислородных конверторах, электропечах, применять вакуумный, электротяжелковый, плазменный, электроннолучевой переплавы, непрерывную разливку, обработку жидкой стали синтетическими шлаками, инертными газами и методом внепечного вакуумирования, а также обеспечить дальнейший рост использования кислорода и природного газа в металлургическом производстве и освоить в промышленных масштабах технологию получения железа из руд методом прямого восстановления.

На сооружаемом Оскольском электрометаллургическом комбинате предусматривается получение стали очень хорошего качества путем прямого восстановления железа из руды без использования кокса. Сырые окатыши после обжига и металлизации вместо чугуна и металлома непрерывно без остановки производственного процесса будут загружаться в сталеплавильные печи, сокращая время плавки.

Зарубежные эксперты считают, что в капиталистическом мире оптимальная мощность металлургических предприятий в перспективе будет порядка 10—26 млн. т в год, что позволит сконцентрировать все производство в какой-то сотне промышленных центров, расположенных на морском побережье. Будут распространены металлургические комбинаты, комплексирующие с многочисленными вспомогательными и смежными производствами, и образованы крупные национальные и международные объединения по производству стали.

На металлургических заводах цветной металлургии все более широко применяется электротермия, интенсивно развиваются гидрометаллургические методы. Широкое внедрение этих методов обусловлено в первую очередь комплексным использованием ценных компонентов перерабатываемого сырья, а также целями охраны окружающей среды от вредного воздействия газообразных отходов производства. Применение этих методов позволяет перерабатывать низкопроцентные коллективные концентраты с более высокими технико-экономическими показателями, чем при пиromеталлургическом способе производства и успешно решать проблему охраны природы, оздоровления воздушного и водного бассейнов и использования серы.

В Советском Союзе и за рубежом накоплен большой опыт по использованию в гидрометаллургии цветных металлов автоклавных процессов, бактериального выщелачивания, сорбционной и экстракционной технологии.

Непрерывный процесс автоклавного выщелачивания применяется на многих заводах по производству глинозема; кислотное, карбонатное и аммиачное автоклавное выщелачивание широко используется при переработке окисленных и сульфидных никель-кобальтовых, а также вольфрам-молибденовых концентратов и промпродуктов. Успешно осуществляется сернокислотное автоклавное выщелачивание латеритовых никель-кобальтовых руд, внедрен в промышленном масштабе автоклавно-садовый процесс получения вольфрамового ангидрида из низкосортных шеелит-молибденитовых концентратов. Разрабатываются автоклавные методы переработки сульфидных никелевых, медных, молибденовых, цинковых и различных коллективных полиметаллических концентратов.

Гидрометаллургическая переработка золото-сульфидных концентратов с последующей переработкой кеков на свинцовых предприятиях позволяет извлекать сульфиды в электролитный ме-

талл с учетом оборотов на 98—99%, а золото в готовый продукт — на 88—90%.

Решение задачи комплексной переработки сложного медно-никелевого сырья с получением элементарной серы и высоким извлечением всех ценных компонентов возможно в первую очередь с использованием гидрометаллургической автоклавно-сорбционной или экстракционной технологии.

Патентное ведомство Канады опубликовало патент на гидрометаллургический процесс получения никеля, меди и элементарной серы из содержащих эти металлы сложных сульфидов. Намечается строительство опытного завода, на котором будет применяться новый гидрометаллургический способ получения меди из сульфидных концентратов без загрязнения окружающей среды. При использовании новой технологии не происходит выделения сернистого газа. Особенно удачен этот способ для переработки низкосортных и комплексных концентратов. При этом получают медь высокой чистоты, а сера переходит в элементарную форму.

Особенностью нового метода является избирательное извлечение золота, серебра, цинка, молибдена и других ценных металлов, часто присутствующих в медных концентратах. Железо в первоначальном концентрате превращается в нерастворимое соединение, которое может накапливаться в неограниченном количестве в прудах для хвостов без риска загрязнения окружающей среды.

В мире имеется около 50 предприятий, использующих гидрометаллургические способы получения меди, причем 19 из них находятся в США. С 1963 по 1973 г. производство меди в США гидрометаллургическими методами возросло с 7 до 20% при общем объеме производства 1,5—1,7 млн. т/год. Получение экстракционным способом 1 кг меди на 12,9 центов дешевле, чем при использовании метода цементации. Экономическая эффективность экстракционной схемы значительно возрастает при получении порошкообразной меди из реэкстракта путем ее восстановления водородом в автоклавах.

Широкая программа исследовательских работ по применению методов гидрометаллургии для обогащения руд золота, урана, платины, меди, никеля и цинка проводится в Южно-Африканской Республике. Разработаны новые процессы на основе ионного обмена для извлечения урана и создана опытная установка, обеспечивающая извлечение 99,5% растворенного урана. Другая опытная установка создана для извлечения урана из пульпы с раствором смолы. Первые опыты показали возможность значительного снижения стоимости такого урана по сравнению с полученным путем использования обычных фильтрационных устройств. Разработана методика извлечения серы из продуктов выщелачивания.

Применительно к процессам обогащения медно-никелевых руд исследования ведутся в области технологии получения хлоридов, являющейся высокоеффективным и относительно недорогим методом. Исследуется эффективность извлечения меди из раствора хлорида с помощью ионообменного реагента. Развиваются методы на основе амальгамирования — электролиза для извлечения цинка.

В Австралии разработаны два способа получения цветных металлов из руд с использованием бурого угля. По первому способу к аммиачному раствору металла добавляют порошковый бурый уголь, на котором адсорбируется металл. Для восстановления таких металлов, как никель, свинец и медь, уголь сжигают. Металлы с большей летучестью (цинк, кадмий и др.) восстанавливают при нагревании угля; при этом образуются пары металлов, которые охлаждают и конденсируют. При взаимодействии с различными растворами металлов бурый уголь адсорбирует до 15% меди и никеля, до 36% серебра и около 46% свинца, т. е. обеспечивает более высокую степень экстракции сравнительно с использованием металлургического кокса, древесных опилок и др.

Второй способ, использованный для экстракции золота, является модификацией широко известного процесса цементации. При этом вместо порошкообразного металлического цинка к раствору золота добавляют бурый уголь, содержащий ранее адсорбированные цинк или медь. Последние растворяются, а золото осаждается на угле. С помощью этого метода добываются почти полного осаждения золота из раствора в течение нескольких минут. Высокая степень извлечения достигается также для кадмия и цинка.

Полагают, что в будущем эти методы позволят рентабельно переработать бедные руды при условии применения дешевой технологии выщелачивания.

Новый процесс рафинирования металлов платиновой группы и золота разработан в Южно-Африканской Республике. Он значительно экономит время и обеспечивает почти полное извлечение платины и палладия и на 90% — остальных металлов. При этом получают металлы высокой чистоты (не менее 99,95% для платины, палладия и золота и 99,9% для других металлов). Новый метод патентуется во всех крупных странах, включая СССР.

Существующие рафинировочные предприятия можно без особых трудностей приспособить для работы этим методом. При этом, в отличие от прежних методов, первым извлекается палладий, а не платина, что упрощает последующую сепарацию платины и получение других металлов. Это особенно важно, поскольку классический процесс выделения родия, рутения, иридия и осмия очень сложен и дорог и только немногие заводы могут заниматься их извлечением.

Высокоеффективным процессом является получение анодного никеля в вертикальных конверторах, заменяющее несколько переделов. Значительную экономию (в том числе капитальных затрат), а также повышение производительности труда обеспечивает применение процесса получения черновой меди в вертикальных конверторах.

Для переработки силикатных никелевых руд разработана технология, в основе которой лежит электроплавка предварительно подготовленной руды на ферроникель, с последующей переработкой на металлический никель с извлечением кобальта в отдельный продукт. При этом извлечение металлов в товарные продукты значительно выше, чем на заводах, применяющих шахтную плавку. Ведутся испытания способа переработки силикатных руд, основанного на комбинации гидро- и пирометаллургического методов.

В США разработана новая технология электролиза алюминия с применением карбоната лития в форме окатышей. Это позволяет повысить производительность алюминиевых электролизных ванн на 7—10%, увеличить процент использования карбоната лития на 50% и уменьшить эмиссию фтора на 25—50%, а эксплуатационные издержки — на 2,2—4,4 долл./т.

Основным способом производства свинца в мире (96%) продолжает оставаться шахтная восстановительная плавка предварительно обожженных и агломерированных сульфидных концентратов. При этом в мировой практике свинцового производства наметилась четко выраженная тенденция к увеличению единичной мощности агломерационных машин и шахтных печей.

В целях повышения комплексности использования перерабатываемого сырья и улучшения технико-экономических показателей на свинцовых заводах, получающих шлак с содержанием цинка 10% и выше, ведут его переработку преимущественно методом фьюмингования с извлечением цинка и других ценных компонентов.

На заводе «Хобокен» (Бельгия), где достигнуто самое высокое извлечение серы в серную кислоту (99%), газы предварительно обогащают до 4,5—5% путем их рециркуляции. Завод «Трейл» (Канада) непосредственно использует бедные газы для производства жидкого сернистого ангидрида методом сорбции сернистого ангидрида из бедных газов и последующей десорбции с получением практически чистого сернистого ангидрида. Извлечение серы при этом из аглогазов составляет 80—90%.

На заводах цветной металлургии Советского Союза в десятой пятилетке в результате ввода новых мощностей, внедрения новых технологических процессов и оборудования, повышения комплексности использования сырья значительно возросло производство всех металлов и заметно улучшились технико-экономические показатели предприятий и отрасли в целом. Интенсифицировались технологические процессы путем применения

кислорода подогретого дутья и природного газа. Объем потребления кислорода в технологических процессах возрос более чем в 6 раз, природного газа — в 3 раза; в результате получены десятки миллионов рублей годовой экономии, увеличен выпуск продукции, повысилась производительность труда и улучшены условия работы металлургов..

На Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате с 1957 г. применяется метод подачи в шахтные печи дутья, обогащенного кислородом до 28—30%. Это позволило при переработке сложного по составу свинцового сырья с повышенным содержанием цинка снизить расход кокса на 14—17%, флюсов — на 40—50%, уменьшить выход шлаков на 37—48% и повысить удельную производительность шахтных печей на 6—10%. Кроме того, за счет уменьшения количества дутья и концентрации фокуса печи уменьшился выход свинцовой пыли на 20—25%, что дало возможность повысить прямое извлечение свинца в черновой металл.

Чимкентский свинцовый завод с 1966 г. применяет дутье, обогащенное кислородом до 25—27% и подогретое до 300—400°, что позволяет увеличить удельный проплав печей на 30% и снизить расход кокса на 17,5%. Обогащенное кислородом дутье (22—23%) применяется и при агломерирующем обжиге свинцовых шихт, что обеспечивает стабилизацию содержания сернистого ангидрида в газах, направляемых на производство серной кислоты.

На металлургических заводах в истекшей пятилетке среднеотраслевое извлечение металлов в готовую продукцию по сравнению с 1970 г. возросло на 0,7—2,1%, в том числе меди — на 0,78%, цинка — на 0,7%, свинца — на 1,8%, никеля — на 2,1%, олова — на 1,5%. Наибольшего роста извлечения металлов добились металлурги Балхашского, Усть-Каменогорского, Лениногорского комбинатов, Среднеуральского медного и Челябинского цинкового заводов.

Балхашский комбинат повысил извлечение меди на 0,19%, свинца на 7,06% и улучшил использование серы; извлечение меди достигло 97,04%, при среднеотраслевом показателе 96,67%. В медной промышленности возросло извлечение всех сопутствующих элементов.

На Усть-Каменогорском комбинате по сравнению с 1972 г. выросло извлечение в готовую продукцию на 0,37% Pb, на 0,82% Zn, на 1,70% Cu. Больше стали извлекать редких и рассеянных элементов, повысился коэффициент использования серы отходящих газов в производстве серной кислоты.

В свинцово-цинковой промышленности в увеличенных количествах вовлекаются в производство полупродукты и отходы металлургических заводов. Доля окисленного цинкодержащего сырья в шихте цинкового производства возросла более чем вдвое и превышает 20%. На Лениногорском полиметаллическом

комбинате в промышленном масштабе освоена технология гидрометаллургической переработки цинковых кеков. Значительно повысилось извлечение цинка, кадмия, меди и рассеянных элементов.

В 1975 г. в 1,5 раза больше, чем в начале пятилетки, переработано шлаков, содержащих цинк, свинец и олово. Доля оборотного и повторного использования воды на свинцовых и цинковых заводах возросла с 30 до 64%. Практически на всех заводах построены очистные сооружения. За счет усовершенствования технологии производства и организации использования вторичных энергоресурсов удельный расход топлива в 1975 г. по отношению к 1965 г. уменьшился на производство свинца на 11%, а на производство цинка — на 14%.

Большое народнохозяйственное значение имеет прогрессивный способ производства глинозема из низкокачественных бокситов. Благодаря радикальному изменению химико-технологической основы производства (внедрению и освоению процесса спекания красного шлама), а также применению и совершенствованию новых эффективных аппаратов и технологических процессов на Павлодарском алюминиевом заводе получены высокие технико-экономические показатели при получении глинозема этим способом.

Текущие затраты на сырье, содопродукты, вспомогательные материалы, теплоэнергию в сумме приведенных затрат для промышленно освоенного способа производства байер-спекания находятся на одном уровне с таковыми для чисто байеровского способа получения глинозема из высококачественных бокситов.

В США разработана новая технология производства алюминия, более экономичная, чем при традиционном способе Байера. Она основана на химической реакции между треххлористым алюминием, полученным путем хлорирования глин, и марганцем (способ Тота). Эта технология допускает использование, помимо бокситов, также низкокачественных алюминийсодержащих пород.

Отказ от электролиза дает возможность сократить расход электроэнергии примерно на 30%. Новый процесс исключает промежуточную стадию получения глинозема и дает возможность использовать в качестве топлива низкосортный уголь, что значительно уменьшает издержки производства (до 22—30 центов по сравнению с 41 центом за 1 кг при электролитическом способе производства). По подсчетам стоимость строительства алюминиевого завода, работающего по способу Тота, на 50—70% ниже стоимости сооружения электролизного завода. Реализация предложенной технологии в промышленном масштабе, помимо резкого снижения энергозатрат и уменьшения загрязнения среды фтористыми соединениями, образующимися при байеровском способе производства, позволит США значительно снизить

импорт бокситов, глинозема и алюминия и использовать отечественные источники сырья.

В 1973 г. в штате Колорадо началось строительство опытного завода по производству глинозема из алюнитов по способу, разработанному в университете г. Гуанахуато в Мексике. Источником сырья явится месторождение алюнитов Сидар-Сити в штате Юта, запасы которого оцениваются в 680 млн. т руды, содержащей около 100 млн. т Al_2O_3 . При переработке алюнитов указанным способом одновременно с глиноземом получают как побочный продукт калийные удобрения. Опытный завод рассчитан на переработку 12 т алюнитовой руды в сутки и соответственно получение 1—2 т глинозема. Предполагается построить промышленное предприятие, которое будет поставлять глинозем для металлургического завода в штате Кентукки, мощностью 180 тыс. т первичного алюминия в год.

Исследуется также возможность получения глинозема из песков, обогащенных гидрагиллитом. Разработан метод, который позволит уменьшить содержание в песках кремнезема (до 4% и менее) и увеличить содержание Al_2O_3 до 50%. Полученный при этом продукт близок по качествам к бокситам.

Технологический институт штата Джорджия предложил способ получения в промышленном масштабе глинозема из каолина, используя азотную кислоту для его извлечения. Полагают, что стоимость 1 т Al_2O_3 , полученной таким путем, составит 54 долл., что на 4 долл. выше существующей цены на глинозем, полученный из бокситов. В настоящее время каолин штата Джорджия используется в бумажной, резиновой, лакокрасочной и других отраслях промышленности и только 10% — в производстве глинозема. Запасы каолина в месторождениях штата превышают 5 млрд. т, и добывающие предприятия заинтересованы в его более широком использовании.

В Японии разработана технология производства глинозема из коллоидальных почв, содержащих примерно по 40% Al_2O_3 и кремнезема, запасы которых оцениваются примерно в 1 млрд. т. Учитывая, что в качестве побочного продукта из кремнезема получают листовое стекло, можно предположить, что себестоимость глинозема при новой технологии будет ниже, чем получаемого по технологии Байера.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

При сравнительно удовлетворительной обеспеченности мировой потребности существующей минерально-сырьевой базой географическое размещение добывающей промышленности является крайне неравномерным. Значительная часть добычи важнейших видов минерального сырья сосредоточена в странах Азии,

Африки, Австралии, Океании, Центральной и Южной Америки, между тем как основными их потребителями являются США, Япония и страны Западной Европы. Кроме того, предприниматели капиталистических стран в последнее время оценили экономическую выгоду импорта не только минерального сырья, но и продуктов его переработки, и эта тенденция, вероятно, будет и впредь развиваться. Поэтому первостепенное значение приобрели вопросы рационализации транспортировки минерального сырья и продуктов его переработки, объем которой с каждым годом существенно возрастает.

В поисках путей удешевления морских перевозок минерального сырья, достигших огромных величин (например, более 1200 млн. т нефти и нефтепродуктов), стали сооружать и широко использовать суда увеличенных размеров, а также повышать скорости их хода. В настоящее время в мире насчитывается 194 танкера грузоподъемностью 300—500 тыс. т и 11 еще более крупных сооружаются или уже введены в эксплуатацию. В Японии строились танкеры водоизмещением в 1,0 и даже в 1,2 млн. т и рудовозы в 200 тыс. т и более.

Собственный танкерный флот крупнейшей американской нефтяной монополии «Экссон корпорейшн», плавающий в основном под флагами других стран, насчитывает 117 судов грузоподъемностью 14,8 млн. т, что в 1,5 раза превосходит мощность всего танкерного флота, плавающего под государственным флагом США, танкерный флот англо-голландского нефтяного концерна «Ройял датч-Шелл», более флота Франции, и т. д. В целом в руках нефтяного картеля сосредоточен огромный танкерный флот грузоподъемностью примерно 140 млн. т.

Танкерный флот промышленно развитых капиталистических стран в начале 1974 г. состоял из 3293 судов общим дедвейтом 212 млн. т, к началу 1975 г. он достиг 235 млн. т.

Широкое распространение получили нефтерудовозы — комбинированные суда, приспособленные для перевозки железной руды или других сухогрузов и нефти. Общее их число к 1972 г. достигло 250, из них 68 крупнотоннажных судов дедвейтом более 100 тыс. т. В 1973 г. спущен на воду нефтерудовоз, принадлежащий Бразилии, дедвейтом 273 тыс. т, на котором в феврале 1975 г. был достигнут наибольший в мире уровень отгрузки руды на одном судне — 269 тыс. т.

В Японии предполагалось в 1972—1974 гг. сооружение специального танкера для переработки нефти во время ее транспортировки. Это позволит сократить сроки получения нефтепродуктов, уменьшить строительство новых перерабатывающих заводов и снизить загрязнение воздуха в городах.

Американские судостроительные верфи штата Виргиния получили заказ на постройку трех танкеров с атомными двигателями водоизмещением по 600 тыс. т. Предварительная стоимость заказа 875 млн. долл. Первый из них будет спущен на воду в

1985 г. Суда предназначены для доставки на американское побережье ближневосточной нефти. Эксперты считают, что новые танкеры дадут высокий экономический эффект. Скорость их будет на 25% выше, чем у ныне действующих судов, что вместе с другими усовершенствованиями конструкции позволит снизить себестоимость перевозимой нефти на 20%. Танкер-атомоход сможет перевозить ежегодно 5 млн. т сырой нефти.

В связи с использованием крупнотоннажных судов в экспортirующих странах Ближнего и Среднего Востока, Канаде, Австралии, Бразилии, Анголе и др. созданы специально оборудованные порты. Одновременно в странах, импортирующих минеральное сырье, новые предприятия по его переработке сооружались в непосредственной близости от побережья и оборудованных портов. Однако большинство океанских портов все еще не имеют достаточной глубины для приема крупных современных танкеров и судов (осадка танкеров при полной загрузке достигает 28 м) и для этой цели в ряде стран проводятся крупные работы. Во Франции вблизи Гавра сооружается специальный нефтяной порт Антифер. С вводом его в эксплуатацию он станет практически единственным в Западной Европе пунктом, где смогут разгружаться сверхмощные танкеры. Когда вся нефть, необходимая для Западной Европы, будет перевозиться исключительно на гигантских танкерах, ежегодная экономия достигнет 1 млрд. франков, что составляет общую стоимость строительства порта Антифер.

Расчеты показали, что применение только одного 100 000-тонного бокситовоза для перевозки из Африки в США сможет обеспечить доставку 800 тыс. т бокситов в год, причем стоимость перевозки 1 т составит всего 3—4 долл.

Большой интерес представляет новый способ транспортировки концентратов железной руды, получивший название Марконафлоу. Концентраты в виде полужидкой пульпы (75% твердого вещества) поступают по трубопроводу в морской порт и в трюм судна. После откачки воды из трюма содержание ее в концентрате не превышает 8%. По прибытии в порт назначения в трюм снова закачивается вода под давлением, и разжиженный концентрат перекачивается по трубам в бункер, откуда он поступает на завод, производящий окатыши с содержанием до 95% железа, и в электропечи. Указанный способ транспортировки руды позволяет производить погрузку и разгрузку судов в море, вдали от портов, а стоимость ее доставки снижается на 50%, главным образом за счет уменьшения расходов на погрузку и разгрузку.

В 1971 г. в районе Уайпили (Новая Зеландия) введен в эксплуатацию первый в мире морской трубопровод, протягивающийся в море на 2,4 км, для погрузки железосодержащих песков на суда. С его помощью была осуществлена погрузка 42 тыс. т железных концентратов в виде пульпы (по методу Марконаф-

лоу). До разработки этого способа транспортировки руды эксплуатация давно известных месторождений железистых песков в Новой Зеландии была нерентабельна.

Во многих странах снижение стоимости морских перевозок позволило импортному сырью успешно конкурировать с местным, добываемым иногда значительно ближе, но транспортируемым по железной дороге.

Исключительно быстрыми темпами развивается строительство магистральных трубопроводов нефти и газа, в том числе и международных. При этом неизменно возрастает диаметр труб сооружаемых магистралей, что позволяет значительно увеличить их пропускную способность и одновременно снизить (относительную) себестоимость и расход металла.

В СССР широкое применение при сооружении газопроводов труб диаметром 1420 мм на рабочее давление 7,5 МПа (75 атм) позволит существенно увеличить производительность систем газопровода и снизить капитальные затраты. Такие трубы используются сейчас на строительстве магистрального газопровода Оренбург — западная граница СССР. Протяженность его составляет 2750 км, а производительность 28 млрд. м³ в год. На трассе будут действовать 22 компрессорные станции. К началу 1977 г. протяженность магистральных газопроводов в стране превысила 100 тыс. км.

В США завершена прокладка в условиях многолетней мерзлоты трансаляскинского трубопровода диаметром 1,2 м протяженностью 1280 км от бухты Прадхо на севере Аляски до г. Валдиз. Проектная пропускная способность трубопровода составляет 150 тыс. т/сут нефти; предполагаемые затраты 8,475 млрд. долл.

В связи с ростом добычи нефти и газа в пределах континентального шельфа в ряде стран усилились исследования по разработке технологии и техники прокладки трубопроводов в море на различных глубинах.

В последние годы трубопроводы стали широко использовать для транспортировки твердых полезных ископаемых. Этот способ транспортировки обладает рядом очевидных преимуществ. Проведение трубопровода особенно в труднопроходимой местности обходится дешевле, чем строительство шоссейных или железной дороги, а капиталовложения сравнительно быстро окупаются за счет низкой стоимости его эксплуатации. Возможность поддерживать непрерывный или почти непрерывный поток через трубы делает их особенно полезными при транспортировке больших количеств сыпучих материалов.

В Тасмании с 1968 г. концентраты железной руды в потоке воды транспортируются к берегу моря по трубопроводу длиной 85 км. В ЮАР начато строительство трубопровода длиной 250 км для транспортировки магнетитовых концентратов.

Ряд трубопроводов для транспортировки твердых полезных ископаемых сооружается и проектируется в Канаде. Для транс-

портировки 12 млн. т железорудных окатышей из месторождений Квебека и Лабрадора будет сооружен трубопровод длиной 370 км к порту на берегу залива Св. Лаврентия. Планируется сооружение трубопровода длиной 1120 км для транспортировки серы из южной части провинции Альберта к западному побережью. Сера будет подаваться в твердом состоянии или в виде пульпы. Производительность трубопровода 1,5 млн. т в год. Рассматривался также вопрос о сооружении трубопровода для транспортировки калийных солей из Саскачевана на восток Канады и в северную часть США. Строительство этого трубопровода общей стоимостью 175 млн. долл. даст возможность вдвое снизить стоимость транспортировки по сравнению со стоимостью провоза по железной дороге. Предусматривалось сооружение трубопровода протяженностью около 790 км, диаметром труб от 610 до 762 мм и пропускной способностью от 8 до 15 млн. т угля в год. Стоимость строительства определена в 200 млн. долл. Трубопровод предназначается для транспортировки угля из восточных районов Британской Колумбии на западное побережье для экспорта в Японию.

Транспортировка угля по трубопроводам практикуется и в ряде других стран, где она рентабельнее других видов транспорта.

Высокие железнодорожные тарифы чрезмерно увеличили цену угля франко завод-потребитель и франко порт, что снижало конкурентоспособность его по отношению к нефти и особенно природному газу, транспортировка которых по трубопроводам обходится значительно дешевле. В США «Консолидейшн Коул компани» построила трубопровод от шахт юго-восточной части Огайо до электростанции близ Кливленда протяженностью 173 км. При поступлении в трубопровод уголь смешивался с водой, а достигнув станции, просушивался. Углепровод успешно работал в течение 5 лет и вынудил железнодорожную компанию снизить тарифы, после чего эксплуатация трубопровода прекратилась.

Проектируется углепровод протяженностью 440 км от угольных карьеров близ Кайентайн (штат Аризона) до электростанции Колорадо-Ривер (штат Невада). Мощность трубопровода 600 т/ч.

В США составлены проекты магистрального трубопровода протяженностью 800 км для гидротранспортировки железорудной пульпы с карьеров района Месаби до металлургических заводов в Питтсбурге, Чикаго и др. Капитальные затраты на сооружение трубопровода оцениваются в 70 млн. долл., а общее количество подлежащего перекачке материала в виде тонкозернистого концентрата составит 10 млн. т в год.

Проектом освоения титаномагнетитового месторождения Баррамби в Западной Австралии предусматривается сооружение

трубопровода протяженностью 460 км для транспортировки 500 тыс. т концентратов в год.

Технический прогресс коснулся и внутрирудничного транспорта, на который приходится значительная часть общих издержек производства горно-обогатительных предприятий. Построено много подвесных канатных дорог протяженностью нередко 100 км, на открытых работах применяются мощные самосвалы. В ЮАР на золотодобывающей шахте введена в эксплуатацию насосная линия для подъема на поверхность с глубины 2190 м измельченной золотоносной кварцитовой руды, мощность ее 25 тыс. т сухой измельченной породы в месяц. Новый метод транспортировки угля по трубопроводу из забоя до обогатительной фабрики на поверхности испытан в США. Он исключает необходимость перегрузок и обеспечивает непрерывную подачу угля. Поступающий из горного комбайна уголь пропускается через подвижную дробилку, где он измельчается до максимальных размеров кусков в 10 см и затем поступает в смеситель, куда подается вода; в результате образуется пульпа, которая под давлением подается по трубопроводу на поверхность. На обогатительной установке вода удаляется из пульпы и передается по закрытой циркуляционной системе для повторного использования. Пропускная способность системы 10 т угля в минуту.

В Норильске транспортировку руды от Комсомольского и Октябрьского рудников до корпуса дробления осуществляют с помощью резинотросовых лент высокой прочности. Эти мощные конвейеры длиной в 1000 и 1650 м установлены в надземных отапливаемых (чтобы на морозе руда не смерзлась) галереях. Из корпуса обогащения сырье для медного и никелевого заводов будет доставляться за 25 км гидротранспортом по шести трубопроводам, которые пересекут р. Норильскую.

В ряде стран принимаются меры для снижения стоимости железнодорожных перевозок, объем которых неизменно возрастает. В Канаде транспортные расходы составляют 10—30% общей стоимости горной продукции. За прошедшие 20 лет сеть железных дорог в стране к новым горным предприятиям увеличилась на 4000 км.

Австралийская горнодобывающая компания использует поезда длиной в 2,5 км, ведомые пятью локомотивами и состоящие из 230 грузовых вагонов. Составы такой протяженности предназначены для доставки руды в Порт-Хедленд с северо-западного побережья Австралии. В США более 40% угля перевозится маршрутными поездами, из которых каждый транспортирует от 4 до 10 и даже 15 тыс. т угля. За один только 1967 г. вагонов грузоподъемностью 100 т и более сдано в эксплуатацию 16 тысяч. Оборудованы специальные погрузочные станции мощностью 16 тыс. т в сутки, обслуживаемые одним рабочим. Такие меры, как широкое использование ленточных конвейеров с перегружателями, одновременно заполняющими вагоны на двух путях, и

перемещение погрузочного устройства вдоль неподвижно стоящих вагонов, удешевили транспортировку примерно на 30%, что позволило железнодорожным компаниям снизить тарифы.

На Великих Озерах применение конвейерных лент от склада до причала увеличило скорость погрузки угля до 5500 т/ч. Разработана новая система разгрузки железнодорожных вагонов производительностью 1000 т/ч. С помощью этой системы даже при росте количества большегрузных вагонов-хопперов планируется осуществлять загрузку и разгрузку всего железнодорожного состава, транспортирующего уголь, руду и т. д., менее чем за один час. Разгрузка вагона-хоппера производится на специальную отклоняющую плиту с пружинным креплением (благодаря чему уменьшается степень измельчения угля) и далее на перегрузочный конвейер.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Комплексное использование минерального сырья — одна из главнейших современных экономических проблем, степень разрешения которой является важным показателем технического прогресса. Совершенствование существующих методов добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых может без значительных затрат капитальных средств дать дополнительно много ценного, часто весьма дефицитного минерального сырья. Комплексное использование минерального сырья не только способствует улучшению технико-экономических показателей работы предприятий, повышению их рентабельности и росту промышленной продукции, но и сбережению и сохранению минеральных ресурсов.

Этой проблеме Советское государство, следуя заветам В. И. Ленина о рациональном и экономном расходовании природных богатств, неизменно уделяло большое внимание. Необходимость хозяйственного отношения к богатству недр и более полного использования минерального сырья была особенно подчеркнута XXIV и XXV съездами КПСС и нашло развитие в постановлениях Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов», «Об основах законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах» и других партийных и государственных документах. В ст. 18 Конституции СССР указано: «В интересах настоящего и будущих поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды». Учитывая научно-технический прогресс и непрерывный рост потребления минерального сырья, а также практическую невозобновляемость подавляющего большинства полезных ископаемых, усиление охраны недр следует считать важнейшим условием успешного развития экономики страны.

Комплексное и разумное использование минерально-сырьевых ресурсов становится важнейшим направлением технической политики горнодобывающей промышленности. Повышение комплексности, полноты и качества извлечения из недр полезных ископаемых, ликвидация необоснованных потерь при их добыче, обогащении и переработке имеют огромное экономическое значение. Это позволяет увеличить фондотдачу, повысить произ-

водство продукции на действующих предприятиях, в ряде случаев исключает надобность строительства новых предприятий, значительно повышает эффективность общественного производства.

Большое народнохозяйственное значение имеют разработка и использование рациональных, экологически безупречных технологических процессов, основанных на безотходной добыче и переработке минерального сырья с замкнутым водо- и воздухооборотом. При этом одновременно с наиболее полным и экономичным использованием ресурсов успешно решаются важные социальные задачи, связанные с охраной окружающей водной и воздушной среды от промышленных загрязнений, с освобождением из-под отвалов плодородных земель и т. п.

Исключительно важна проблема рекультивации земель, нарушенных в ходе горных работ: приведение земельных участков в безопасное состояние и в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, для создания зон отдыха. Благодаря рекультивации земель в определенной мере восстанавливаются нарушенные горными работами гидрогеологические режимы, прекращаются загрязнение воздуха и вод, усыхание и гибель растительности и снижение урожайности сельскохозяйственных культур, улучшаются микроклимат и санитарно-гигиенические условия.

В государственных планах развития народного хозяйства СССР предусматриваются специальные задания по полноте извлечения полезных ископаемых и мероприятия по улучшению комплексного их использования. Введена государственная отчетность горнодобывающих предприятий об уровне извлечения запасов полезных ископаемых из недр и ценных компонентов из добываемого минерального сырья. Комитетом цен установлены повышенные ставки за сверхнормативные потери полезных ископаемых при их добыче. Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых СССР (ГКЗ СССР) повысила требования к оценке полноты изученности комплексных месторождений минерального сырья и установлению категорийности их разведенных запасов. Ориентировочным показателем степени комплексного использования сырья может служить коэффициент комплексности, характеризующий отношение стоимости попутно получаемой продукции к общей стоимости продукции предприятия, совокупности предприятий или отрасли в целом. Для оценки народнохозяйственной эффективности комплексного использования минерального сырья следует учитывать:

— состояние и перспективы потребности в попутно получающейся продукции и ее обеспеченность;

— отношение количества и стоимости попутно получаемых видов продукции к общему количеству и стоимости производства;

— степень снижения себестоимости продукции, получаемой при комплексном использовании сырья, по сравнению с себестоимостью той же продукции, получаемой при индивидуальном производстве;

— степень снижения удельных капитальных вложений на единицу годовой мощности в тех же случаях;

— сроки окупаемости капитальных затрат на обеспечение комплексного использования сырья;

— социальное и экономическое значение комплексного использования минерального сырья.

Не всегда максимальное извлечение всех полезных компонентов руды является экономически оправданным.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Вопросы комплексного использования сырья имеют особо важное значение в цветной металлургии, поскольку эта отрасль народного хозяйства отличается большой материалоемкостью, и в среднем по ней на долю затрат на сырье приходится более 60% всей себестоимости товарной продукции. Поэтому максимальное сокращение расходов на сырье при рациональном и комплексном его использовании — один из самых основных резервов снижения себестоимости.

Особенностью сырьевой базы цветной металлургии является резкое преобладание бедных руд с низким содержанием металлов (на долю пустой породы приходится до 95—99% и более от общего веса руды). Добыча руды на 1 т соответствующего металла составляет: для алюминия 5—6 т, для свинца 60—90 т, для цинка 65—100 т, для меди 90—140 т, для вольфрама, молибдена и олова — сотни и даже тысячи тонн. Руды цветных металлов отличаются исключительно разнообразным составом; вместе с такими основными металлами, как медь, свинец, цинк, никель, в них обычно содержатся попутные полезные компоненты — золото, серебро, платиноиды, кобальт, олово, вольфрам, молибден, висмут, мышьяк, сера, барит и др.

Титан, магний, редкие металлы, свинец, цинк почти полностью производятся из комплексных руд. Весьма велика доля комплексных руд в производстве никеля и меди. В алюминиевой промышленности, наряду с бокситами, используется комплексное нефелиновое и частично алунитовое сырье. В вольфрам-молибденовой промышленности перерабатываются комплексные вольфрам-молибденовые, медно-молибденовые, оловянно-вольфрамовые руды.

Широко распространены в комплексных рудах редкие металлы и рассеянные элементы, обладающие уникальными физическими и химическими свойствами и поэтому ставшие незаменимыми во многих современных отраслях промышленности. К ним

относятся кадмий, добавка которого в сплавах делает медь доступной для холодного волочения; индий, сообщающий сплавам повышенную антикоррозийность; германий, селен, теллур — основное сырье для производства полупроводников; галлий, сплавы которого способны излучать потоки электронов при низких температурах (широко используется в сигнальной аппаратуре); таллий, являющийся основой современной фотоэлектронной техники, а также инфракрасной и ультрафиолетовой оптики, и многие другие. В связи с развитием атомной, реактивной и ракетной техники, радиоэлектроники, производства полупроводников и твердых сплавов все попутные компоненты, особенно редкие и рассеянные элементы, приобрели огромное значение.

Следует учесть, что многие редкие и рассеянные элементы вообще не образуют самостоятельных минералов и месторождений. К ним, в частности, относятся такие важные элементы, как индий, рубидий, галлий, гафний и рений. Ряд редких элементов, таких, как селен, теллур, кадмий, таллий, германий, хотя и образуют собственные минералы, но в основной своей массе находятся в рассеянном состоянии и извлекаются попутно из комплексных руд. Источником получения селена и теллура служат полиметаллические, медноколчеданные и золотосодержащие руды; кадмий извлекается из цинковых концентратов; германий — из золы каменных углей и отчасти из железных, полиметаллических и медноколчеданных руд; галлий добывается из бокситов, гафний — из цирконовых концентратов, рений — из молибденовых концентратов и т. д.

В Советском Союзе в связи с внедрением многостадийного измельчения и коллективно-селективной схемы флотационного обогащения руд, применением обжига в кипящем слое, развитием пылеулавливания и возгоночных процессов, использованием гидрометаллургических и электротермических процессов заметно повысилось извлечение полезных компонентов из руд цветных металлов, улучшилось качество концентратов и комплексное их использование.

Почти все количество серебра, висмута, платины и платиноидов, значительная часть золота, более 10% цинка, свинца и меди, а также и около 20% производимой в стране серной кислоты получаются на заводах цветной металлургии «попутно». На предприятиях цветной металлургии из перерабатываемых руд извлекается 74 элемента и производится около 700 видов различной промышленной продукции.

В результате комплексной переработки шламов, электролиза отходящих газов, утилизации шлаков, пылей и прочих отходов производства значительно возрос выпуск селена, теллура, галлия, рения, германия, индия, скандия и другой важной продукции. При переработке свинцово-цинковых концентратов извлекается свыше 15 элементов, а при переработке медных руд получают более 20 продуктов.

Темпы прироста попутной продукции — цинка на свинцовых заводах, серной кислоты и кадмия на цинковых заводах, редких металлов на свинцовых, цинковых и медных заводах в последние годы превысили темпы прироста основных видов продукции.

Норильский и Балхашский горно-металлургические комбинаты, Усть-Каменогорский свинцово-цинковый комбинат, Чимкентский свинцовый завод и ряд других предприятий извлекают большинство ценных элементов, содержащихся в рудном сырье. Передовой опыт комплексного использования этого сырья на Усть-Каменогорском и Балхашском комбинатах был рассмотрен в 1972 г. Центральным Комитетом КПСС, который поручил широко распространить в цветной металлургии опыт указанных предприятий.

Удельный вес стоимости попутной продукции и прибыли на передовых предприятиях достигает 25—30%. Комплексное использование сырья и утилизация отходов производства позволили в 1975 г. получить более 5 млн. т цемента, 4,5 млн. т серной кислоты и 600 тыс. т соды.

Только за счет повышения извлечения металлов и увеличения объемов переработки труднообогатимых руд, полупродуктов и отходов металлургического производства выдано в концентратах и в готовой продукции по сравнению с уровнем 1970 г. на 350 тыс. т цветных металлов больше (160 тыс. т на обогатительных фабриках и 190 тыс. т на металлургических заводах). Значительно увеличилось производство редких и редкоземельных металлов.

Возрос выпуск попутной продукции на обогатительных фабриках: пиритных концентратов на 28%, баритовой продукции — на 34%, формовочных кварцевых песков — на 250%, полевошпатовых и дистен-силлиманитовых концентратов соответственно на 78 и 180%. Это не только обеспечило большой экономический эффект, но и в значительной степени способствовало предотвращению загрязнения окружающей среды промышленными выбросами.

Повысилась комплексность использования медного сырья при переработке многих меднопорфировых месторождений. Помимо меди из меднопорфировых руд достаточно полно извлекаются молибден, рений, благородные металлы и сера (идущая на производство серной кислоты). На долю этих компонентов падает до 60% валовой стоимости всех извлекаемых компонентов.

В различных видах сырья, поступающего на переработку в обогатительное и металлургическое производство на предприятиях Балхашского горно-металлургического комбината, выявлено 15 элементов в количествах, имеющих промышленное значение. Из них в товарную продукцию извлекаются в той или иной мере медь, молибден, железо, рений, свинец, никель, селен, теллур, кадмий, висмут, сера, осмий и др. Ведется разработка технологии извлечения сурьмы.

Совершенствование технологии металлургического передела путем применения кислорода, подогретого дутья, плавки гранулированных концентратов, автоматизации процессов обусловило непрерывный рост извлечения меди, достигшего в 1976 г. 97,7%. Применение мощного горно-транспортного оборудования на Коунрадском руднике комбината и относительно небольшие потери (2%) и разубоживание (7%) обеспечили низкую себестоимость перерабатываемой руды. На обогатительной фабрике себестоимость переработки является самой низкой в отрасли.

Успешно освоенный на комбинате процесс ионной флотации молибдена открывает широкие перспективы не только для утилизации ценного металла из промышленных сточных вод, но и способствует повышению технического уровня водоохраных сооружений и ускорению решения проблемы охраны водного бассейна.

В отличие от передовых предприятий медной промышленности, коэффициент полноты комплексного использования по некоторым предприятиям этой отрасли за последние годы повышается более медленно. В 1965 г. из комплексных руд Джезгазгана извлекалось 36% (по стоимости), а в 1975 г.— только около 50% содержащихся в руде металлов.

Несмотря на то что проектами предусматривается сооружение за всеми пылевыделяющими агрегатами медеплавильных заводов эффективных пылеулавливающих устройств, пылеулавливание в настоящее время еще не везде организовано и ценные компоненты этих пылей безвозвратно теряются.

Особенно важное народнохозяйственное значение имеет рациональное использование комплексных медноколчеданных (медных и медно-цинковых) руд Урала. Кроме меди они содержат от 0,7 до 5,7% цинка, от 39 до 46% серы и примерно 35—37% железа. В них постоянно присутствуют в рентабельных для извлечения количествах свинец, сурьма, кадмий, селен, теллур, висмут, молибден, золото, серебро, индий, германий, таллий и галлий, суммарная потенциальная ценность которых достигает 75—80% от потенциальной ценности всех компонентов этих руд.

За последние годы заметно улучшилась технология обогащения медноколчеданных руд, и внедрение на обогатительных фабриках схемы коллективно-селективной флотации позволило увеличить в девятой пятилетке на 80% производство цинка в концентратах, но все же комплексное использование сырья остается еще не на должном уровне.

При обогащении и металлургической переработке уральских медноколчеданных руд теряется много меди, цинка, серы, редких металлов, помимо потерь этих компонентов с пиритными огарками. Между тем пиритный концентрат, выход которого достигает 80—85% от всей массы добываемой руды, используется на десятках химических предприятий страны только в качестве сырья для производства серной кислоты, а получаемые при этом

пиритные огарки почти не находят применения в черной металлургии из-за загрязненности цветными металлами. Общая ценность всех компонентов, содержащихся в пиритном концентрате, достигает 30% от валовой ценности колчеданных руд.

Пиритные концентраты производятся не только из медных и медно-цинковых колчеданных руд. Значительное количество их получается и при переработке других руд цветных металлов, в особенности полиметаллических. Используется только часть этих концентратов преимущественно только для производства серной кислоты. В стране накопились огромные отвалы пиритных огарков, количество которых исчисляется десятками миллионов тонн. В них сосредоточены значительные запасы разнообразных цветных, редких и благородных металлов и рассеянных элементов, после извлечения которых из огарков получается к тому же железорудное доменное сырье. Разработана технология комплексного использования пиритных огарков, позволяющая получать из них товарные продукты со следующим извлечением: железа — 78%, меди — 75%, цинка — 71%, кобальта — 45%. При создании в стране предприятий по переработке пиритных огарков общей примерной мощностью в 7 млн. т возможно получение 30 тыс. т электролитной меди, 23,5 тыс. т чушкового цинка, 540 т кобальта, 580 тыс. т сульфата натрия и, кроме того, значительного количества редких, рассеянных и других элементов. Создание этих предприятий, судя по ориентировочным подсчетам, эквивалентно открытию, разведке и эксплуатации нескольких месторождений цветных металлов среднего масштаба.

В зарубежных странах пиритные огарки широко используются в качестве комплексного сырья. Так, например, за счет комплексной переработки кобальтсодержащих пиритных огарков Финляндия занимает одно из ведущих мест в мире по производству и экспорту кобальта. В недавнем прошлом во многих странах наибольшее распространение имели схемы, основанные на сульфатохлорирующем и сульфатизирующем обжиге пиритных огарков с последующим выщелачиванием цветных металлов (ФРГ, Япония, Польша, Румыния, Чехословакия, Швеция). В последние годы разработаны и внедрены новые более эффективные технологические схемы, обеспечивающие высокое извлечение цветных и драгоценных металлов и получение богатых железорудных окатышей. В этом отношении наибольший интерес представляет осуществленная в промышленном масштабе схема с хлоридовозгонкой окатышей из высококачественных пиритных огарков на заводе фирмы «Кова Сейко» в Тобато (Япония).

Очевидно, переработка пиритных концентратов экономически целесообразна и позволяет увеличить выпуск товарной продукции на 26%. Наиболее эффективной считается схема, предусматривающая выпуск железорудных окатышей с содержанием железа выше 60% из перефлотированных пиритных концентратов

и извлечение цветных и драгоценных металлов хлоридовозгонкой. Дополнительные капиталовложения невелики и окупаются менее чем за 3 года. Для этого цветная металлургия должна выдавать чистые перефлотированные пиритные концентраты, а химическая промышленность должна не только использовать серу, но и осуществлять хлоридовозгонку цветных металлов и приготовление высококачественных железорудных окатышей.

Вопросам комплексного использования сульфидных медно-никелевых руд большое внимание уделяется в Канаде. Технически переоборудуются старые предприятия и сооружаются новые. Начаты производство и переработка пирротиновых концентратов с последующим выпуском железорудных окатышей, содержащих 70—95% железа и 0,5—1,5% никеля. Построен новый завод по производству железорудных окатышей из пирротиновых хвостов флотации руд месторождения Садбери. Его проектная годовая мощность 450 тыс. т пирротиновых концентратов и 270 тыс. т окатышей, содержащих 90% железа и 1,5% никеля.

Существенные успехи в рациональном и комплексном использовании минерального сырья и, как следствие, в деле охраны окружающей среды достигнуты за последние годы в свинцово-цинковой промышленности СССР. На ее предприятиях, кроме чушкового свинца и цинка, выпускаются медь, кадмий, висмут, серебро, золото, барит, олово, сурьма, ртуть, теллур, таллий, селен, германий, индий. Теперь на Усть-Каменогорском комбинате перерабатываются сырьевые материалы более 70 наименований и выдается 26 видов товарной продукции с извлечением 16 элементов. Организовано комбинированное свинцовое, цинковое и химико-металлургическое производство в замкнутой технологической схеме с использованием соответствующих промпродуктов. На этом предприятии прирост извлечения металлов из руд увеличился за 1971—1975 гг. на 21,2%, а коэффициент комплексности использования достиг 93%. Используется тепло отходящих газов металлургических агрегатов, сокращаются расходы воды на охлаждение конструкций металлургических печей, переведены шлаковозгоночные и шахтные печи свинцовой плавки на испарительное охлаждение. Это позволило увеличить использование вторичных энергоресурсов в 1,6 раза и сократить ежегодные затраты на получение тепловой энергии на 550 тыс. руб. Внедрение испарительного охлаждения и котлов-utiлизаторов на всех металлургических агрегатах позволит получить дополнительную прибыль около 0,5 млн. руб. в год.

Широкое развитие электротермических процессов позволило снизить газообразование и увеличить пылеулавливание на Лениногорском комбинате. За счет электроплавки медных промпродуктов достигнуто повышение качества медного штейна (по соотношению меди к свинцу до 5—6), увеличено извлечение меди, свинца, кадмия. Электроплавка пылей свинцового производства позволила не только увеличить извлечение основных металлов,

но и организовать получение кондиционного цинкового концентраты с извлечением в него более 13% цинка. В результате освоения технологии электроплавки вторсырья получен сурьмянистый свинец.

Разработан процесс высокотемпературного выщелачивания цинковых кеков, позволивший снизить капитальные затраты на 4—5 млн. руб. и повысить извлечение цветных металлов. В случае если удастся использовать отходы этого процесса (железистые кеки) как пигмент для лакокрасочной промышленности, можно будет утилизировать все компоненты цинковых концентратов и осуществить безотходное производство.

Расширение производства, совершенствование технологических процессов позволит к 1980 г. повысить сквозное извлечение металлов на 6—7%, а комплексность использования сырья — на 2,2%.

Низкотемпературный гидрометаллургический способ производства ртути из промпродуктов комбината полностью ликвидировал образование ртутьсодержащих газов, а освоение в промышленных условиях переплавки катодного цинка исключило выбросы хлорсодержащих газов в атмосферу.

Вместе с тем следует отметить, что на ряде предприятий еще далеко не все резервы комплексной утилизации полиметаллических руд используются при обогащении и металлургическом переделе. Большая часть полезных компонентов остается в хвостах обогатительных фабрик и поступает в рудничные отвалы. Недостаточно используются полупродукты и отходы свинцовозинкового производства (в переработку с целью комплексного извлечения ценных компонентов поступает только 70% серы с отходящими газами, 85% цинковых кеков, 45% пылей свинцовых заводов и 30% шлаков свинцовой плавки).

В гидрометаллургическом производстве цинка резервом для повышения извлечения цинка из сырья являются кеки, получаемые при выщелачивании цинковых огарков, которые помимо цинка содержат свинец, медь, драгоценные и рассеянные металлы.

В свинцовом производстве резервом повышения извлечения свинца является более совершенная переработка многочисленных полупродуктов рафинирования свинца и шламов шахтной плавки.

В ценностной структуре полиметаллических руд, рассчитанной на основе условно средних содержаний 16 извлекаемых компонентов и их стоимости по оптовым ценам, на цинк и свинец приходится около 58%. Условная ценность меди составляет 6,3%, редких металлов 21,3%, серы 5,2% и прочих извлекаемых компонентов около 1%.

Полиметаллические руды являются важным источником добычи серебра, извлечение которого производится также при металлургическом переделе медных и медно-цинковых руд и их

концентратов. В меньшем объеме серебро извлекается при переработке руд золота, олова, вольфрама, молибдена и ряда других металлов. Извлечение серебра в концентраты на обогатительных фабриках в зависимости от типа руд колеблется от 25 до 90%, а на заводах при металлургическом переделе концентратов оно достигает 89—90%. При обогащении руд часть серебра переходит в пиритные концентраты, из которых извлечение его в должной мере еще не организовано.

Недостаточно осуществляется комплексное использование оловянно-полиметаллических руд, содержащих наряду с оловом медь, свинец, цинк, вольфрам и другие ценные компоненты, общая ценность которых составляет около 40% от ценности получаемого олова в концентрате.

В последнее время освоено производство медных концентратов на Солнечном горно-обогатительном комбинате и производство индия из оловянных концентратов на Новосибирском оловянном комбинате.

Значительное количество полезных компонентов содержат руды вольфрамовых и молибденовых месторождений. Промышленную ценность в них представляют более 20 элементов, запасы которых в этих рудах учтены соответствующими балансами. Извлекается же в концентраты при металлургическом переделе только половина этих компонентов.

В недостаточном объеме производится извлечение рения из руд молибденовых и медно-молибденовых месторождений. По предварительным расчетам, только на одном комбинате при извлечении рения можно было бы в год получить дополнительной продукции на 1 млн. руб.

В девятой пятилетке на Узбекском комбинате тугоплавких и жаропрочных металлов начато извлечение рения из молибденовых концентратов, на Чимкентском свинцовом заводе из пылей и на опытной установке Джезказганского комбината — из промывных вод сернокислотного производства.

При гравитационном обогащении руд олова и ряда редких металлов значительная их часть теряется со шламами (до 30% общих потерь). Извлечение этих металлов из шлама производится путем применения эффективного гравитационного оборудования для обогащения шламовых продуктов меньше 20 микрон, а также внедрением реагентных режимов флотации шламов.

Недостаточно организовано извлечение висмута, весьма широко распространенного в различных рудах цветных металлов. Висмут получают лишь при металлургическом переделе свинцовых концентратов и при переработке некоторых вольфрамовых руд, в то время как в подавляющем большинстве оловянных, вольфрамовых, медных, золоторудных и других месторождений висмут не только не извлекается, но даже и не учитывается.

Имеются существенные резервы для повышения коэффициента комплексного использования ртутных руд. Так, на Хайдарканском комбинате безвозвратно теряется при добыче и переработке руды до 33% ртути. Кроме того, не извлекаются содержащиеся в промышленных концентрациях сурьма, селен и плавиковый шпат. Немало теряется безвозвратно сурьмы и при добыче, и при переработке руд на Кадамджайском сурьмяном комбинате.

Больших успехов в области комплексного использования сырья в последние годы достигла алюминиевая промышленность. За счет комплексной переработки алюминиевого сырья наряду с ростом производства основных продуктов выпуск содопродуктов за 1971—1975 гг. увеличен на 179,3%, серной кислоты на 63,1%, минеральных удобрений на 92,8% и цемента — на 19,8%.

На ряде заводов из бокситового сырья освоено получение ванадия (в виде пятиоксида) и галлия, из нефелинового сырья — соды и поташа, из алунитов — сульфата калия и серной кислоты. Из бемитового шлама, выход которого при переработке нефелинов составляет 5—6 т на 1 т глинозема, производится портландцемент. На предприятиях, осуществляющих комплексную безотходную переработку кольского нефелинового концентрата на глинозем, соду, поташ и цемент, достигнута самая низкая себестоимость глинозема. На Ачинском глиноземном комбинате организована централизованная переработка использованной угольной футеровки алюминиевых электролизеров с целью регенерации ценных фтористых продуктов.

Сульфидные руды цветных металлов являются важнейшим сырьем для производства серы и серной кислоты. В последнее время примерно 80% серной кислоты в стране вырабатывается из сырья цветной металлургии, а при должной организации комплексного использования руд цветных металлов за счет последних может быть удовлетворена вся потребность в сере и серосодержащем сырье.

Между тем извлечение серы из руд цветных металлов пока еще недостаточно, например, на предприятиях медной и цинковой промышленности Урала оно достигает только 50%. Из-за недостаточной мощности обогатительных фабрик по выпуску пиритных концентратов значительная часть серы на Урале остается в хвостах обогащения. На ряде предприятий вовсе отсутствуют цеха по производству пиритных концентратов.

Большое народнохозяйственное значение имеет увеличение производства серосодержащего сырья за счет утилизации отходящих газов заводов цветной металлургии. Получаемая при этом серная кислота более дешевая, чем производимая из пирита и особенно из природной элементарной серы.

Эффективным способом использования серы сульфидного сырья является применение автогенных процессов, протекающих за счет использования тепла сгорания сульфидов серы с обра-

зованием высокосернистых газов. На Алмалыкском горно-металлургическом комбинате система очистки газов сернокислотного производства позволила организовать улавливание значительного количества свинца, висмута, кадмия. При мокрой очистке газов улавливается рений. Особое значение имеет разрабатываемый для Норильского комбината метановый способ получения элементарной серы из отходящих газов путем восстановления сернистого ангидрида природным газом.

Переход на автогенные процессы плавки и внедрение новых металлургических процессов, позволяющих получать концентрированные по содержанию сернистого ангидрида газы, одновременно приводят и к оздоровлению воздушного бассейна в районах предприятий цветной металлургии, так как практически решают вопросы полной утилизации серы.

Весьма важной становится проблема получения из газов таких высокотранспортабельных серосодержащих продуктов, как жидкий сернистый ангидрид и техническая элементарная сера, технология производства которой еще недостаточно разработана. Все еще недостаточно организовано использование тепла отходящих газов, хотя на многих предприятиях цветной металлургии, в частности в СССР, Финляндии и Японии, газы обжиговых и плавильных печей и конвертеров используются не только для извлечения содержащих в них полезных компонентов, но и полностью утилизируется тепло этих газов.

В связи с тем что руды цветных металлов одновременно являются и важнейшими источниками серной кислоты, которую по праву называют «хлебом» большой химии, важное экономическое значение приобретает комбинирование металлургического и химического производства. Превращение металлургических предприятий в химико-металлургические уже осуществлено на базе Красноуральского, Кировоградского и Алавердского медеплавильных комбинатов, выпускающих сотни тысяч тонн суперфосфата. Предприятия цветной металлургии производят также калийные удобрения и другие виды химической продукции. Так, хлористый калий выпускают Березниковский и Днепровский титано-магниевые и Соликамский магниевый заводы, сульфат калия — Кировабадский глиноземный завод, медный купорос — Балхашский, Алавердский, Пышминский, Қыштымский и другие заводы. На ряде предприятий цветной металлургии организовано производство мышьяковых препаратов, цинкового купороса, двуокиси титана и окиси цинка для получения белил, молибдата аммония, сульфата циркония и других видов химической продукции.

Сочетание химического и металлургического производств создает благоприятные предпосылки для осуществления замкнутого технологического цикла. Удельные затраты на единицу товарной продукции на таких крупных комбинатах будут значительно ниже, чем на мелких предприятиях.

Успешно решается в цветной металлургии проблема охраны и рационального использования водных ресурсов. Осуществляется широкая программа строительства сооружений по охране окружающей среды от загрязнений сточными водами и отходящими газами технологических производств. За девятую пятилетку на строительстве водогазоочистительных сооружений освоено почти 500 млн. руб. капитальных вложений и введено в действие 362 объекта. Более чем на 120 предприятиях промстоки используются в системах оборотного водоснабжения, в том числе на 62 — водооборот достиг 70—97% от общего потребления, а на 22 — практически прекращен сброс промстоков. Сброс неочищенных стоков прекращен на 44 предприятиях. Предусматривается доведение в 1980 г. удельного веса оборотной и повторно-последовательно используемой воды относительно общего ее количества, расходуемого на промышленные нужды, до 81,2% (в 1975 г.—68,2%).

Очевидно, дальнейшее совершенствование технологии обогащения руд цветных металлов и металлургического передела их концентратов с целью повышения коэффициента извлечения основных полезных компонентов и комплексного использования сырья продолжает оставаться важнейшей задачей всех предприятий цветной металлургии. Для успешной ее реализации Министерством цветной металлургии СССР, республиканскими организациями Казахстана и других союзных республик разработана и осуществляется большая программа организационно-технических мероприятий по повышению комплексного использования рудного сырья на всех стадиях его переработки, расширены исследовательские работы по комплексному использованию минерального сырья.

Следует отметить, что недостатки в комплексном использовании руд цветных металлов связаны не только со сложностью технологии извлечения ряда элементов, но и с тем что чрезвычайно слабо изучены экономические показатели комплексного использования сырья на всех стадиях производства. Отсутствие единой рациональной методики оценки затрат на получение отдельных компонентов при комплексном использовании перерабатываемых руд затрудняет определение истинной себестоимости производства тех или иных продуктов.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Разнообразный комплекс полезных компонентов часто заключают железные руды, особенно контактово-метасоматические магнетитовые. Наряду с железом они содержат в заметных концентрациях медь, цинк, свинец, кобальт, кадмий, индий, таллий, германий, бор, серу и другие элементы, извлечение которых в должных масштабах до настоящего времени не организовано.

В процессе обогащения железных руд эти ценные компоненты часто теряются в отвальных хвостах, а при металлургическом переделе концентрируются в шламах доменной газоочистки.

За рубежом при переработке скарновых магнетитовых руд применяются сухая и мокрая магнитная сепарация для выделения магнетитовых концентратов и флотация хвостов для выделения сульфидов цветных металлов. На обогатительных фабриках Канады выделяются магнетитовые концентраты с содержанием железа от 60 до 70% и медные концентраты с содержанием меди 20—25%. В США выделяются магнетитовые (содержание железа 62—68%), медные (содержание меди 25%), кобальт-пиритные (44% Fe и 1,27% Co) и пиритные (48% S) концентраты. В Норвегии и Швеции выделяются магнетитовые концентраты с содержанием железа 66—69% и пиритные концентраты с содержанием 49—50% серы, 2,5% железа и 0,3% кобальта. В Болгарии производится два вида концентрата: магнетитовый с содержанием 56—67% железа и пиритно-арсенопиритный.

Из разрабатываемых железных руд Урала при намеченных размерах их добычи на уровне 1975 г. можно получить около 150 тыс. т меди по себестоимости более низкой и в более короткие сроки, чем на ряде новых месторождений меди, вовлекаемых в эксплуатацию в ближайшие годы. Технологические исследования показали возможность получения из хвостов мокрой сепарации сернистых магнетитовых руд ряда месторождений Урала кондиционных концентратов с содержанием 0,5% кобальта и медных концентратов (14—17% Cu) при извлечении кобальта около 70% и меди 80% от содержания в хвостах.

Исследования магнетитовых руд Соколовского, Сарбайского и других месторождений Кустанайской области, проведенные Ленинградским горным институтом, показали, что извлечение из этих руд меди, цинка, свинца, кобальта, кадмия, серы и других элементов технически возможно и экономически весьма эффективно. Так, из хвостов магнитной сепарации получается пиритный концентрат с содержанием 48—51,3% серы и 0,13—0,18% кобальта при извлечении их соответственно от 40 до 85%. При обогащении сульфидсодержащих хвостов магнитной сепарации получается медный концентрат (12—25% Cu) при извлечении 47—60% и цинковый продукт (37% Zn) при извлечении 15%. Наибольшую ценность представляет кобальтсодержащий пиритный концентрат. Возможно также применение схемы сульфидизирующего обжига с последующим водным выщелачиванием огарка, в результате которого в раствор извлекается до 72% кобальта, 58% меди, 42% никеля, 52% цинка. Кеки, оставшиеся после выщелачивания огарков, содержат 63—65% железа, 0,3—0,5% серы, 0,05% кобальта и пригодны для использования в доменном производстве. Даже при неполном извлечении указанных компонентов можно получить продукцию, стоимость которой превышает всю стоимость товарной железной руды. Для комплекс-

ной утилизации этих руд на Соколовско-Сарбайском ГОКе в 1975 г. введен в действие опытно-промышленный цех.

Важным комплексным сырьем являются ильменит-магнетитовые руды, добыча которых в последнее время заметно возросла в ряде стран. В Финляндии в результате их переработки выпускаются железные окатыши, пятиокись ванадия, кобальт и ильменитовый концентрат, используемый для получения пигментной двуокиси титана. На Урале на Кусинском месторождении ильменит-магнетитовых руд получали железо-ванадиевые концентраты с содержанием железа 63,7%, двуокиси титана 5% и до 0,5% пятиокиси ванадия, а также ильменитовые концентраты с содержанием двуокиси титана — 42,8% и обогащенные кобальтом хвосты мокрой магнитной сепарации.

В больших масштабах может быть извлечен ванадий из шлаков, получающихся при плавке качканарских титаномагнетитовых руд, с которыми связаны основные балансовые запасы ванадия в СССР. Себестоимость получаемой на Качканарском комбинате конверторной стали, в связи с извлечением ванадия в товарную продукцию, является одной из самых низких в стране. Ванадий извлекается при переработке титаномагнетитовых руд и на ряде других месторождений Урала.

Предполагается значительное расширение использования ванадия в различных областях народного хозяйства. Наибольший рост потребности в ванадии (феррованадии) ожидается в производстве углеродистых и низколегированных сталей массового потребления. Значительно увеличится применение ванадия при выплавке сталей, используемых в строительстве и в производстве труб большого диаметра, в химической промышленности, атомной энергетике, порошковой металлургии и автомобилестроении. Для повышения сквозного извлечения ванадия из титаномагнетитовых руд необходимо дальнейшее совершенствование применяемой пирометаллургической схемы. Применение ванадиевого шлака для производства только 5—7 млн. т низколегированной стали позволяет экономить в народном хозяйстве до 40—50 млн. руб и высвобождать около 1 млн. т проката в год.

Большое экономическое значение имеют железные руды с повышенным содержанием фосфора. При металлургическом переделе этих руд получают так называемые томас-шлаки, в которых содержание пятиокиси фосфора обычно составляет 15%. Они широко используются в качестве удобрения в странах Западной Европы, где отсутствуют представляющие практический интерес месторождения фосфатного сырья.

В СССР производство фосфатных шлаков организовано на базе переработки керченских железных руд на заводе «Азовсталь». Полное использование фосфат-шлаков от переработки этих руд может дать годовую экономию в 10,0—12,0 млн. руб. Интерес также представляют магнетитовые руды Ковдорского месторождения, содержащие апатит, который при обогащении

руд до последнего времени уходил в хвосты. Институтом «Механобр» разработана технология получения из хвостов магнитной сепарации методом флотографии апатитового концентрата с содержанием 25,1—32,6% P_2O_5 при выходе 15,1—17,8% и извлечением 74,3—83,7%. В 1975 г. на Ковдорском горно-обогатительном комбинате вступила в строй новая фабрика, и предприятие будет выпускать не только железный концентрат, но и апатитовый, а в дальнейшем и ценный продукт — бадделеит. Проектная мощность фабрики превышает 1,8 млн. т апатитового концентрата, содержащего 31% P_2O_5 . При полном ее освоении комбинат будет получать около 22 млн. руб. прибыли в год. Чтобы получить такое же количество концентрата в другом месте, нужно построить рудник для добычи более 6 млн. т апатитовой руды и обогатительную фабрику, общей стоимостью 160 млн. рублей.

Из хвостов мокрой магнитной сепарации Соколовско-Сарбайского комбината институтом «Уралмеханобр» получен кальцит-апатитовый концентрат с содержанием пятиокиси фосфора 17—23%. Общее количество апатита, которое вполне экономично можно будет извлекать из хвостов, достигает 250—300 тыс. т в год. На базе местной серной кислоты можно организовать предприятие фосфорных удобрений.

Практическое значение в качестве комплексного сырья приобретают глиноземсодержащие железные руды, при доменной или электродоменной плавке которых наряду с чугуном получается шлак с повышенным содержанием глинозема. При переработке последнего остатки от извлечения глинозема могут быть использованы для производства вяжущих строительных материалов. К этому типу относятся железные руды Лисаковского и Аятского месторождений, содержащие значительное количество глинозема, фосфора и ванадия. Перспективным способом комплексной переработки их является доменная плавка с получением передельного чугуна и глиноземистых шлаков, пригодных для производства глинозема.

Ориентировочными расчетами установлено, что на металлургическом заводе производительностью 5 млн. т чугуна в год при работе на окискованном Лисаковском низкомодульном концентрате выход глиноземного шлака составит 2,2 млн. т. При переработке его способом сodo-известкового спекания можно получить примерно 500 тыс. т глинозема, что эквивалентно глинозему, полученному примерно из 1,4 млн. т бокситов с содержанием окиси алюминия 44—45%.

Большой практический интерес представляет осуществляемая на Череповецком металлургическом заводе эксплуатация утилизационных газовых турбин, использующих избыточное давление доменного газа. При среднегодовой выработке электроэнергии около 86 млн. кВт·ч удельный расход топлива на выработанный киловатт-час составил 151 г. Затраты на установку утили-

зационных газовых турбин окупили себя за полтора года. Таких показателей не имеет ни одна тепловая электростанция.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Важное значение приобрело в последнее время комплексное использование нефти. Она обычно содержит в значительных количествах растворенный газ, мировое попутное извлечение которого достигает 200 млрд. м³. Вместе с тем далеко не во всех странах организована утилизация извлекаемого газа, хотя по теплотворности он в 1,5 раза превышает природный газ и является еще более ценным сырьем для химической промышленности. В странах Ближнего и Среднего Востока, Венесуэле и других при добыче нефти ежегодно выпускается в атмосферу и сжигается в факелях десятки миллиардов кубических метров газа.

В СССР в девятой пятилетке достигнуты заметные успехи в сборе и утилизации растворенного в нефти газа. В Татарии, Башкирии, Куйбышевской, Пермской и Саратовской областях, Краснодарском и Ставропольском краях, нефтяных районах Азербайджана, расположенных на суше, используется 82—98% ресурсов нефтяного газа. На Украине и в Чечено-Ингушской АССР используется более 70% газа и имеются все основания довести в короткий срок его утилизацию до 80% и более. Но по стране в целом потери растворенного нефтяного газа и газоконденсата все еще довольно высоки, главным образом за счет новых районов, где еще недостаточно мощностей по переработке этого ценнейшего вида сырья. Объясняется это тем, что строительство на нефтепромыслах газосборных сетей, компрессорных станций, газобензиновых заводов резко отстает от ускоренных темпов развития нефтедобычи в стране. Между тем капиталовложения, потребные для промыслового сбора и утилизации попутного газа, в несколько раз ниже, чем затраты на разведочные работы и организацию добычи равнозначенного количества газа.

Нефть содержит часто серу и на многих месторождениях — в весьма значительных количествах. Извлечение ее в капиталистических и развивающихся странах в последние годы возрастает ускоренными темпами и в 1974 г. достигло 5 млн. т. В США годовое производство элементарной серы при рафинировании нефти превысило 1300 тыс. т. Примерно 75 тыс. т серы производит Канада при крекинге нефти. Улучшилось получение серы в качестве побочного продукта при переработке нефти и в других капиталистических странах — Швеции, Франции, Великобритании, Австралии и Южно-Африканской Республике, где она извлекается из импортного сырья. В Японии на установках по обессериванию импортной нефти извлекается около 90 тыс. т элементарной серы. Стоимость 1 т серы, полученной на нефтеочистительных заводах Японии, составляет 37—42 долл. при стоимости добываемой в стране самородной серы более 56 долл.

Рост извлечения серы на нефтеперерабатывающих заводах обусловлен не только высокой рентабельностью этого производства, но и усиливающейся борьбой с загрязнением воздуха сернистыми газами. Из-за повышения требований к качеству импортной нефти и нефтепродуктов установки по их обессериванию сооружаются также в экспортirующих ее странах, в частности в Венесуэле.

Сера может быть также получена из отходящих газов теплоэлектростанций, работающих на нефтяном топливе. В штате Массачусетс (США) предусматривается установить очистную систему стоимостью 5 млн. долл. на теплоэлектростанции мощностью 150 МВт. Для удаления серы отходящие газы будут промываться водой. Затем серу превратят в твердый сульфит магния и отправят на химические заводы для получения серной кислоты; выделившуюся при этом окись магния будут возвращать для повторного использования. Предполагается, что система принесет доход от продажи серы и позволит использовать для электростанции дешевые, с большим содержанием серы нефтепродукты. В Советском Союзе извлечение серы из нефти до настоящего времени в должностных масштабах не организовано.

На симпозиумах, проводившихся в 1973 г. в городах Маракайбо (Венесуэла) и Чикаго (США), обсуждались вопросы извлечения ванадия и других металлов из нефти. Количество ванадия, которое может быть получено из тяжелой нефти, добываемой в Венесуэле, достаточно, чтобы полностью удовлетворить имеющийся мировой спрос на него. До сих пор из нефти извлекается лишь небольшое количество ванадия. Однако с усовершенствованием технологии удаления серы можно будет извлекать в виде побочного продукта весь ванадий, содержащийся в нефти. Одна из американских компаний, воспользовавшись новой технологией получения ванадия, извлекла из 2,46 млн. т тяжелой нефти, содержащей примерно 0,062% V_2O_5 , около 907 т металлического ванадия, что составляет более 15% от потребленного в 1973 г. в США ванадия.

В настоящее время в Венесуэле производится более 137 тыс. т/сут тяжелой нефти (с удельным весом 11—17° АПИ), содержащей от 0,01% до 0,05% V_2O_5 и от 0,003% до 0,01% никеля. Исследования, проведенные для правительства Венесуэлы Институтом технологий газа (США), показали возможность производства 17 тыс. т V_2O_5 и 3,5 тыс. т никеля в год при переработке тяжелой нефти Оринокского региона.

Комплексным сырьем является также природный газ, часто содержащий значительное количество серы, рентабельной для извлечения. За счет переработки природного газа крупным производителем элементарной серы (1,7 млн. т в год) с конца пятидесятых годов стала Франция, которая до этого большую часть своей потребности в сере удовлетворяла за счет импорта (примерно 300 тыс. т в год). Видное место по производству

элементарной серы в капиталистическом мире в последнее время заняла Канада, опередив Мексику и Францию. Серу получают в качестве побочного продукта при очистке природного газа месторождений, расположенных преимущественно в провинции Альберта. В стране насчитывается более 20 газоочистительных заводов, на которых сера извлекалась из газа при исходном содержании сероводорода 2—3%. В последнее время выявлены и введены в эксплуатацию месторождения с более высоким содержанием серы. В 1974 г. из горючих и сернистых газов извлечено примерно 3,5 млн. т элементарной серы.

Ресурсы серы сосредоточены в природном газе многих месторождений Советского Союза. Основная их часть заключена в Оренбургском месторождении и ряде месторождений Узбекской ССР (Учкырское, Уртабулакское и др.), Туркменской ССР (Саман-Тепинское) и других.

Попутно с природным газом в СССР возрастает добыча конденсата, преимущественно в европейской части страны. Пока газоконденсатные месторождения разрабатываются только с использованием естественной энергии пласта (залежи), поэтому при снижении давления по мере отбора газа значительная часть конденсата выпадает в жидкую фазу непосредственно в залежи.

Большое экономическое значение имеет комплексное использование углей; при переработке их можно получить более 350 ценных продуктов, используемых в различных отраслях народного хозяйства. В этом отношении наибольший интерес представляют коксующиеся угли. По объему производства кокса Советский Союз занимает первое место в мире (83,4 млн. т в 1975 г.). При этом удельный вес кокса в общей стоимости продукции, получаемого при переработке коксующихся углей, составляет только 1/3, а остальная часть приходится на химические продукты (6 млн. т, около 200 наименований), в т. ч. на товарный коксовый газ, бензол, толуол, фенол, нафталин, антрацен, пек, элементарную серу и серную кислоту и др. Серу может быть также получена при переработке и потреблении энергетических каменных углей. Так, в углях Донецкого, Подмосковного, Кизеловского, Днепровского, Иркутского и Убаганского бассейнов среднее содержание серы колеблется в пределах 2,5—8,0%, а по отдельным пластам достигает 12%.

В свете возросших требований к охране от загрязнения воздушной среды огромное значение приобретает проблема газификации сернистых каменных и бурых углей на тепловых электростанциях, осуществление которой позволит предотвратить поступление в атмосферу сернистых газов, а также создаст возможность более полного извлечения серы. Экономические расчеты по газификации сернистых углей Донецкого и Подмосковного бассейнов показывают, что приведенные затраты на подготовку 2 млн. т их по методу Института горючих ископаемых Минуглепрома СССР сокращаются на 1,0—1,5 млн. руб. по

сравнению с затратами на сжигание углей на электростанциях с высокими дымовыми трубами, а также по сравнению со стоимостью современных способов сероочистки дымовых газов.

Разработаны рентабельные способы извлечения серы при обогащении углей в виде серного колчедана. Использование серного колчедана из потребляемых углей Донецкого и Подмосковного бассейнов позволит решить проблему обеспечения сернокислотных заводов Юга и Центра дешевым местным сырьем взамен дальнепривозного.

Потенциальными источниками производства важнейшей химической продукции являются также бурые угли, из которых в процессе полуококсования можно получить смолу, не уступающую по качеству полученной из коксующихся углей. Доказано, что высокоскоростное полуококсование бурых углей Канско-Ачинского бассейна обеспечивает получение дешевого бездымного топлива и ряда химических продуктов. При этом выход продуктов полуококсования из бурых углей примерно равен выходу полуокса, газа и смолы из каменных углей, а себестоимость продуктов полуококсования значительно ниже (в 3—6 раз) себестоимости продуктов коксохимического производства.

Неуклонно увеличивается число шахт, применяющих дегазацию угольных пластов; объем капитируемого из них метана в десятой пятилетке возрастет до 1150 млн. м³ в год. Основной метод использования шахтного метана — прямое сжигание. Только в Донбассе шахтный метан, используемый в топках котельных шахт, дает экономию в 3 млн. руб. в год.

Каменные и бурые угли являются главными источниками производства герmania и нередко содержат редкие металлы и рассеянные элементы, которые могут иметь практическое значение.

Возросло использование углей для производства бездымного топлива, а также углеррафитовых материалов, необходимых для металлургии специальных сталей и алюминия, для ядерной и ракетной техники. Разработан способ получения из каменного угля высокоазотных (до 25%) гуминовых кислот. По сравнению со стоимостью угля стоимость продуктов переработки дороже примерно в 20 раз.

Большой ассортимент химических продуктов (свыше 40) получают при термической переработке горючих сланцев; это шпатлопропиточные масла, малосернистый и малозольный электродный кокс, превосходящий по качеству нефтяной, фенол и кероген, используемый в пластических массах и резинотехнических изделиях, и другие продукты. При переработке сланца в газогенераторах получают большие количества низкокалорийного генераторного газа, используемого для обогрева камерных печей и при производстве сланцевого бытового газа.

При добыче механизированным способом свыше 50% сланцев получают в виде мелочи, пригодной только для сжигания

в пылевидном состоянии на электростанциях. Для получения смолы и газа из мелкого сланца Энергетическим институтом им. Г. М. Кржижановского разработан способ полукоксования с твердым теплоносителем, и при Эстонской ГРЭС сооружаются две установки мощностью по 3000 т сланцев в сутки с последующим переводом электростанции на жидкое сланцевое топливо. Получаемые при этом смолу и газ намечается использовать наряду с сжиганием на электростанции и для производства химических продуктов.

В ближайшее время следует полностью решить проблему очистки дымовых газов за счет установки на тепловых электростанциях современных электрофильтров с коэффициентом полезного действия более 99 %. Одна лишь теплоэлектроцентраль мощностью в 1 млн. кВт, работающая на угле, каждый час выбрасывает в атмосферу до 15 т сернистых газов и до 6 т сернистой золы.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Комплексными являются многие виды неметаллического сырья. Так, фосфоритовые руды могут явиться сырьем для получения фтора и урана. В ближайшее время можно ожидать значительного увеличения извлечения фтора на суперфосфатных заводах при переработке фосфатных руд, в которых его содержание составляет 2—3 %. Мировые запасы фтора в этих рудах, в пересчете на фтористый кальций, превышают 2 млрд. т.

В Советском Союзе на заводах фосфорных удобрений утилизируют значительную часть фтора, содержащегося в отходящих газах (фтористые газы перерабатывают на кремнефтористый натрий или фтористый натрий), и количество его составляет в настоящее время существенную долю в общем балансе добываемого в стране фтора. На некоторых суперфосфатных заводах уже организован выпуск ряда фтористых солей (криолита, фтористого алюминия и др.), для производства которых еще совсем недавно основным сырьем была плавиковая кислота. При этом себестоимость фтористой продукции на суперфосфатных заводах даже в первые годы освоения этого производства ниже себестоимости ее получения на криолитовых заводах, использующих плавикошпатовое сырье.

Крупным источником получения урана, вероятно, станут месторождения фосфоритов; начиная с 1957 г. в небольшом объеме он извлекается из них в США. Несмотря на незначительные содержания урана в руде (не более 0,015 %), запасы его только в одном флоридском фосфоритовом месторождении Полк-Каунт достигают около 195 тыс. т. Полагают, что если будет разработан эффективный метод извлечения урана из фосфоритов, эти руды могут обеспечить около 10 % общей его продукции.

Специальные опытные установки для извлечения урана действуют на трех заводах фосфорной кислоты в штате Флорида. Подобная же установка должна быть сооружена на строящемся заводе фосфорной кислоты, пуск которого намечался на 1977 г. На этих четырех установках предполагалось ежегодно извлекать 589 т U_3O_8 .

По подсчетам специалистов, при общей мощности заводов по производству фосфорной кислоты во Флориде 3,2 млн. т P_2O_5 в год здесь ежегодно можно получать в качестве побочного продукта от 2490 до 2718 т U_3O_8 .

Отмечается, что поскольку на каждую тонну P_2O_5 приходится около 0,45 кг U_3O_8 , ежегодно на предприятиях Флориды и Мексиканского залива (перерабатывающих фосфориты Флориды) теряется с отходами примерно 2,3 тыс. т U_3O_8 .

Извлечение урана из фосфорной кислоты предполагается начать на заводе фосфорной кислоты мощностью 400 тыс. т P_2O_5 в год в г. Хьюэлла (Испания). Фосфориты на этот завод поступают из Марокко, Западной Сахары и Флориды.

Отход производства концентрированных фосфорных удобрений, в частности экстракционной фосфатной кислоты, — фосфогипс — может весьма эффективно использоваться для получения элементарной серы, сульфата аммония, высокопрочных вяжущих материалов, ангидритового цемента, извести и применяться для гипсования солонцов. Подсчитано, что в СССР в 1975 г. в отвалы направлено около 10 млн. т фосфогипса (в пересчете на дигидрат сульфата кальция), а затраты на его транспортировку и содержание отвалов составили около 40 млн. руб. Прогнозируемое производство элементарной серы из фосфогипса в капиталистических странах на 1980 г. оценивается в 5 млн. т.

Из руд хибиногорских месторождений, кроме апатитового концентрата и частично используемого нефелинового концентрата, могут быть получены пигментная двуокись титана, серная кислота, цемент и другие компоненты, суммарная стоимость которых равна стоимости апатитового концентрата.

По предварительным расчетам Кольского филиала АН СССР, комплексное использование хибинских апатит-нефелиновых руд (даже без учета извлечения редких земель) позволит увеличить объем валовой продукции комбината «Апатит» в 1,4—1,5 раза, повысить производительность труда на 35—40%, а себестоимость апатитового концентрата снизить на 20%. Дополнительная прибыль при этом могла бы составить не менее 20 млн. руб., а затраты, необходимые для извлечения попутных компонентов, окупятся в 3—4 года. В настоящее время из апатита извлекаются лишь фосфорная составляющая (P_2O_5) и весьма незначительное количество фтора и галлия; нефелин используется лишь на 15%, а все остальные ценные компоненты, в частности редкие земли, сбрасываются в хвосты, либо теряются при переработке.

Весьма актуальной представляется проблема использования разнообразных вскрышных и сопутствующих пород (известняков, кварцево-глауконитовых песчаников, диктионемовых сланцев и др.) на месторождениях фосфоритов. Помимо экономического эффекта это дает возможность увеличить запасы в контурах горных работ и сократить площади, отводимые под отвалы пустых пород. Так, использование на фосфорных заводах Южного Казахстана в качестве флюсов каратауских фосфатных кремней вместо привозных кварцитов позволило сократить расход сырья, снизить модуль кислотности шлака, уменьшить потери фосфора со шлаками и получить экономию только по транспортировке 21,6 млн. руб. в год.

Существенных сдвигов в комплексном использовании калийных солей, добыча которых возрастает в стране ускоренными темпами, пока не наблюдается. Реализуемая ценность сильвинита Верхнекамского месторождения ниже, чем его действительная ценность, в связи с потерей попутных компонентов, содержащихся в добываемой руде. Так, стоимость основного компонента (KCl) в 1 т сильвинита составляет 6,4—7,12 руб., а почти полностью теряемых попутных компонентов 26,7—27,1 руб. Из отходов производства, составляющих 80—82% добытой руды, можно попутно получить 2,8—3,7 т поваренной соли или же 1,6—2,2 т кальцинированной или каустической соды и 1,8—2,3 т жидкого хлора. Использование промышленной руды в этом случае повысится с 20 до 80%.

При производстве 1 т металлического магния из карналлита может быть выделен бром, содержание которого в карналлитовом расплаве в 1,5—2 раза выше, чем в промышленном сырье бромных производств; кроме того, попутно могут быть получены 3 т газообразного хлора (70—80%) и 6—8 т хлор-калий электролита. Из солевого шлама может быть выделена поваренная соль (3,8—4,8 т) или же содопродукты (2,2—2,8 т). При электролизе водного раствора поваренной соли одновременно с едким натром выделяется жидкий хлор (1,8—2,3 т). Комплексная переработка карналлитовой породы увеличивает полезное использование промышленной руды с 16% до 85—88%.

Далеко не комплексно используется гидроминеральное сырье. При переработке подземных минерализованных вод извлечение иода и брома колеблется от 66 до 89%, а все остальные химические элементы сбрасываются без специальной очистки в поверхностные и подземные воды. При наличии комплексной переработки гидроминерального сырья ежегодно на иодо-бромных заводах наряду с основной продукцией можно получать 22 600 т калия, 36 500 т магния, значительное количество свинца, цинка и различных других химических соединений.

Существенно улучшилось рациональное использование ресурсов слюды в связи с возросшим использованием рудничного и фабричного скрапа для производства слюдинита и микалек-

са — заменителей дефицитной листовой слюды, а также увеличением выпуска молотой слюды и чешуйки, потребляемых в качестве наполнителя в электродной, пластмассовой, лакокрасочной отраслях химической промышленности, для производства рувероида, тепловой изоляции и др.

Возрос также за последние годы попутный выпуск на слюдяных предприятиях товарной продукции полевошпатового сырья и кварца.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ, ВСКРЫШНЫХ И СОПУТСТВУЮЩИХ ПОРОД

Неудовлетворительно пока используются отходы горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, вскрышные и сопутствующие породы разрабатываемых месторождений. Из-за отставания строительства специализированных цехов на предприятиях ценное для народного хозяйства сырье подчас не используется.

В результате накопления огромных отвалов горно-обогатительных угольных комбинатов и металлургических заводов, а также многочисленных терриконов угольных шахт из народнохозяйственного оборота изъяты значительные площади земли, к тому же последние требуют дополнительных издержек для организации специальных служб по их содержанию. Огромные отвалы вызваны разработкой также и других полезных ископаемых.

В своих трудах Д. И. Менделеев (еще в начале XX века) неоднократно с широкой народнохозяйственной точки зрения рассматривал проблему использования отходов и отбросов в производственном производстве, указывая, что главная цель передовой технологии — отыскание способов производства полезного из бросового бесполезного. Суть этих требований сводится к тому, чтобы:

— «по возможности превращать всякие свои отбросы в товары, имеющие приложение, хотя бы при этом не только не было выгоды, но и был бы некоторый расход;

— по возможности возвращать в производство свои отбросы;

— использовать отбросы, неизбежно поступающие в воздух, например, с дымом, в воду (например, при промывке), чтобы не причиняли вреда окрестным жителям».*

Совершенно очевидно, что современные масштабы разработки месторождений полезных ископаемых требуют проявления все большего внимания к утилизации отходов горной промышленности. Важнейшее значение имеет использование отходов заводов цветной металлургии. В них скопилось более 260 млн. т шлаков, в том числе около 135 — никелевого производства

* Менделеев Д. И. Соч., т. 11, 1949, с. 334.

(0,07—0,17% никеля, 15—25% железа), около 100 — медеплавильного производства (0,3—0,7% меди, 2,8% цинка, 40—60% железа) и более 10 — свинцово-цинкового производства (2—14% цинка, 0,3—2,2% свинца, 0,4—1% меди, 30—40% железа). На свинцовых заводах потери свинца со шлаками достигают 75% всей суммы потерь, а меди — на медеплавильных — 90%. Ежегодное пополнение шлаковых отходов достигает 12—15 млн. т.

Нередко шлаки отличаются высоким содержанием металлов; например, на предприятиях Восточного Казахстана содержание металлов в них в 2—3 раза превышает содержание их в рудах, добываемых на ряде горно-обогатительных предприятий. Условная ценность 1 т шлаков заводов Восточного Казахстана составляет 60—80 руб., тогда как условная ценность 1 т свинцово-цинковых руд 25—40 руб. В шлаках меднорудной плавки содержание меди 0,3—0,5%, цинка 2—7%, железа 26—30%. Более высоким качеством отличаются конверторные шлаки медного производства: в них содержание меди составляет 1—3%, цинка 0,5—8% и железа — до 50%. Кроме того, в шлаки переходит 17—36% содержащегося в концентрате кадмия, 45—79% олова, 54—83% германия, 46—62% таллия, а также часть селена, теллура и благородных металлов. На Урале только на одном Кировградском комбинате с 1934 г. накопилось около 15 млн. т шлака, в котором содержится железа 3,3 млн. т, меди 35 тыс. т, цинка 22 тыс. т и большие количества других компонентов.

Технологические схемы непрерывной безотвальной комплексной переработки цинковых шлаков, а также жидких шлаков медной и свинцовой плавок могут служить основой для сооружения промышленных установок на Алтае и Урале. На одном из свинцовых заводов действует промышленная установка для извлечения из металлургических шлаков свинца, цинка и меди, позволяющая получать ежегодно свыше 5 млн. руб. дополнительной прибыли.

Разработанная технология переработки холодных шлаков вельцеванием позволяет получать дополнительно свинец, цинк, редкие элементы, а в переделе магнитного обогащения клинкера — железо, медь и благородные металлы. Силикатная часть шлаков может быть использована для каменного литья и шлако-ситалловых изделий.

На Алмалыкском горно-металлургическом комбинате уже в течение ряда лет часть конверторного шлака перерабатывают на обогатительной фабрике совместно с рудой, при этом извлечение меди из него составляет 78—80%.

Флотационный способ переработки конверторных шлаков требует в 2 раза меньших энергетических затрат, чем электротермический, и для малоцинковистых конверторных шлаков Красноуральского и Карабашского медных заводов экономически более рационален. Между тем для переработки цинксодер-

жащих конверторных шлаков Среднеуральского медеплавильного завода экономически предпочтителен электротермический способ, так как при флотации шлаков основная часть цинка (85—87%) будет потеряна с хвостами.

В 1975 г. в 1,5 раза больше, чем в 1970 г., переработано шлаков, содержащих цинк, свинец и олово. В десятой пятилетке объем переработки этих шлаков возрастет еще в 4 раза (из текущего производства и из отвалов).

Предусмотрен ввод мощностей по переработке шлаков на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом и Лениногорском полиметаллическом комбинатах, что позволит ежегодно из 700 тыс. т отвальных шлаков получать значительное количество цинка и свинца. В 1975 г. введена в эксплуатацию шлаковозгоночная установка на Чимкентском свинцовом заводе, организована переработка холодных шлаков в вельц-печах Алмалыкского цинкового завода.

Значительные успехи достигнуты в утилизации шлаков черной металлургии, общий выход которых в 1975 г. составил 70,4 млн. т, из них доменных 64,5%, сталеплавильных 31,7% и ферросплавных 3,8%. Впервые уровень переработки доменных шлаков, включая отвальные, превысил выход и составил 102,1%. Полную переработку шлаков производят металлургические заводы «Азовсталь», Ново-Липецкий и ряд других.

В целом по стране экономический эффект, полученный предприятиями черной металлургии от переработки шлака и извлечения металла, составил 79,6 млн. руб. Переработка доменных шлаков на заводе «Азовсталь» дает в год более 7 млн. руб. прибыли. Продукты шлакопереработки отправляются с завода в сотни адресов. Большое количество гранулированного шлака получают цементники РСФСР, Азербайджана и Грузии. Шлаковый щебень идет в Москву, Киев, Минск, Волгоград, Ярославль и другие города страны. На азовстальской пемзе работают многие домостроительные комбинаты и заводы железобетонных изделий Украины и Молдавии. Широким спросом пользуются и минераловатные плиты, обладающие прекрасными теплоизоляционными свойствами. В строительные материалы превращается не только огненnoжидкий шлак, но одновременно отрабатываются и старые отвалы. Титанистую пемзу начали изготавливать на Нижнетагильском металлургическом комбинате из шлаков, получаемых при переработке титаномагнетитовых руд Качканарского месторождения. В последнее время наметилась тенденция увеличения использования сталеплавильных шлаков в доменных печах, агломерационном производстве и вагранках.

К концу десятой пятилетки Минчермет СССР намечает перевести все доменные цехи на работу без шлаковых отвалов и резко повысить переработку сталеплавильных и ферросплавных шлаков. Возрастет переработка сталеплавильных шлаков, в основном за счет увеличения выпуска щебня и использования шла-

ков в аглодоменном производстве и вагранках, а также за счет повышения выпуска известняковой и фосфорной шлаковой муки для сельского хозяйства.

Крупные отходы в виде красного шлама накапливаются на глиноземных заводах. Впервые технология процесса полной его переработки была разработана на Ямайке. Экономическая выгода от восстановления железа, TiO_2 и сульфата алюминия из красного шлама невелика вследствие небольшой стоимости этих продуктов, однако ценность этого метода заключается в том, что он позволяет сохранить земли, окружающие глиноземные заводы. Крупнейший на Ямайке завод в Нейне мощностью 1 млн. т глинозема в год получил при переработке хвостов 323 тыс. т железа в порошке, 60 тыс. т TiO_2 и 900 тыс. т сульфата алюминия.

В последнее время в ряде стран начинает развиваться производство окатышей из рудной мелочи, скапливающейся в отвалах рудников при добыче марганцевой кусковой руды. В начале 1973 г. в северной части Бразилии вступила в строй первая в мире фабрика по производству окатышей из марганцевых руд, использующая в качестве сырья рудную мелочь из отвалов рудника Серра-ду-Навиу. Затраты на сооружение фабрики оценены в 15 млн. долл. Проектная мощность предприятия 213 тыс. т окатышей в год. Строительство фабрик по агломерации и окомкованию рудной мелочи предполагается в Габоне, на руднике Моанда, где на долю мелкой руды приходится около $\frac{1}{3}$ всего добываемого сырья, а также в Австралии и в Индии.

Возрастающую потребность в строительных материалах можно в значительной степени удовлетворить путем более полной утилизации попутно извлекаемых горных пород и особенно вскрышных при разработке месторождений различных полезных ископаемых открытым способом. Рациональное использование таких пород позволит сократить добычу сырья на предприятиях промышленности строительных материалов и, как следствие, обеспечит сохранность земель, которые были бы нарушены деятельностью специализированных предприятий по добыче строительных материалов.

На Оленегорском горно-обогатительном комбинате организовано производство строительного щебня из пород вскрыши и силикатного кирпича из хвостов обогатительной фабрики. Щебеночный завод получает сырье бесплатно и выпускает в год 350 тыс. т щебня, что дает около 300 тыс. руб. прибыли. Кирпичный завод использует пески хвостохранилища. Большинство зданий города построены и строятся из кирпича, выпускемого этим заводом. Проект реконструкции завода предусматривает расширение производства кирпича до 120 тыс. штук в год, что дает возможность использовать половину сбрасываемых фабрикой хвостов и тем самым значительно сократить затраты на сооружение и содержание хвостохранилищ.

В Калифорнии разработан способ изготовления кирпичей из хвостов, получаемых при обогащении медных руд. Результаты работы на опытной установке показали, что себестоимость тысячи кирпичей составляет 33,64 долл. (при продажной цене 80 долл.). Спрос на эти изделия является постоянным и гарантирует, даже при значительной стоимости транспортировки, рентабельность производства.

На комбинате «Ураласбест», разрабатывающем Баженовское месторождение, кроме хризотил-асбеста выпускаются холодный асфальт, толерубероидная галя, щебень, песок и материалы для балластировки железнодорожных путей. Общий объем использования отходов по комбинату «Ураласбест» в настоящее время составляет около 9 млн. т в год и он может быть значительно увеличен, если будут расширены возможности транспортировки полученных продуктов. Недостаточно используются отходы обогащения руд на разрабатываемых других месторождениях асбеста.

Вне народнохозяйственного оборота находятся миллионы тонн высококачественных заменителей строительного щебня в шлаковых и хвостовых отвалах металлургических и горных предприятий Украины, КМА, Урала, Казахстана и Средней Азии, а также в терриконах шахт Карагандинского бассейна. Породы перегоревших и потушенных терриконов угольных шахт Карагандинского промрайона могут быть использованы в качестве щебня и заполнителя в бетоны, а также для производства аглопорита и в качестве гидравлической добавки в цемент марки «400». В настоящее время количество таких пород оценивается в 130 тыс. м³.

На Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате отходы цеха обогащения в тяжелых суспензиях по всем технологическим показателям относятся к высшим маркам щебня, пригодным для производства высокопрочных бетонов (дорожных, аэродромных), а также балласта для железных дорог. Годовой выход щебня составляет 1 млн. т. При переработке фосфоритных руд Караганда на фосфорных заводах образуются «фосфоритные шлаки», из которых могут быть получены шлаковый щебень, по прочности близкий к гранитному, и шлаковая пемза.

На криворожских железорудных горно-обогатительных комбинатах ежегодно сбрасывается в отвалы более 20 млн. м³ твердых скальных пород, пригодных для производства строительного и дорожного щебня, на Центральном ГОКе из кристаллических сланцев, поступающих в отвалы в количестве около 1 млн. м³ в год, возможно изготовление керамзита по себестоимости в 2,5 раза ниже отпускной цены. В Никопольском марганцеворудном бассейне ежегодно сбрасывается в отвалы более 130 млн. м³ вскрытых пород, в том числе 7—8 млн. м³ бентонитоподобных глин, около 25 млн. м³ керамических и керамзитовых глин, до 5 млн. м³ чистых кварцевых песков и 2,5 млн. м³ строительных

известняков. На Ангренском угольном месторождении вскрышные породы представлены кварцевыми песками, пригодными для получения стекла, силикатного кирпича и формовочных материалов, известняками и мергелями, дающими высококачественную известь и портландцемент и, наконец, огнеупорными глинами и каолинами, пригодными для использования в алюминиевой, фарфоро-фаянсовой и бумажной промышленности.

Мощные пласты мела (почти 70-метровой толщины), залегающие над железной рудой Стойленского рудника, являются сырьем для Старооскольского цементного завода мощностью 2400 тыс. т цемента в год, но миллионы тонн мела еще складируются в отвалах рудников. Выбрасывается в отвалы огромное количество вскрышных пород КМА; отвалы занимают большие площади черноземных земель — одного из основных природных богатств центральных областей России. На некоторых горнорудных и металлургических предприятиях отходы производства могут быть использованы в качестве минеральных удобрений для сельского хозяйства.

Большой экономический эффект может быть получен при применении в качестве сырья для производства строительных материалов пылевидной золы и кусковых шлаков тепловых электростанций, работающих на угле и торфе. Ежегодный выпуск такой продукции составляет примерно 70 млн. т, и около каждой большой электростанции отвалы золы и шлаков занимают площади в 400—800 га. В масштабах страны для этой цели ежегодно отводится до 2 тыс. га земли, что приводит к потере многих ценных сельскохозяйственных угодий. Между тем технологические свойства золы и шлаков позволяют получать из них цемент, мягкие и тяжелые заполнители, минеральные добавки по себестоимости более низкой, чем при изготовлении этой продукции из природного сырья. Из шлаковых расплавов можно готовить литые изделия с высокой кислотостойкостью и получать минерализованные теплоизоляционные материалы.

ПОТЕРИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ДОБЫЧЕ

Важнейшей проблемой рационального использования минеральных ресурсов является максимальное сокращение потерь полезных ископаемых при их добыче. Решению ее, несомненно, способствует научно-технический прогресс в горной промышленности. Снижаются потери в связи с ростом удельного веса открытой добычи многих полезных ископаемых, но и при этом способе разработки возможности дальнейшего их сокращения не исчерпаны. Так, на Ярославском горно-обогатительном комбинате в Приморском крае только уменьшение высоты добычного уступа на карьере с 10 до 5 м позволило снизить потери руды с 15 до 9%.

Отечественные техника и технология добычных работ позволяют существенно снижать потери и при подземном способе разработки. Значительное сокращение потерь обеспечивается все более широким применением систем разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями. Эти системы уже применяются на многих крупных месторождениях цветных металлов, на ряде горнодобывающих предприятий черной металлургии и начинают использоваться в Кузнецком угольном бассейне. Снижению потерь твердых полезных ископаемых способствует применение машин и механизмов с параметрами, соответствующими горно-геологическим условиям пластов и за-лежей.

На Норильском горно-металлургическом комбинате благодаря освоению прогрессивной технологии добычи руды с закладкой выработанного пространства коэффициент извлечения богатых руд из недр доведен до 98,6%. Применение этой технологии на ряде других месторождений цветных металлов позволило снизить потери богатых руд в 3—4 раза. Особое значение могло бы иметь внедрение ее на Ачисайском полиметаллическом и Джезказганском медном месторождениях, где потери руд пока еще значительны. Широкое внедрение технологии очистных работ с твердеющей закладкой позволит использовать породу из проходки горных выработок, уменьшив существенно площади на поверхности, занимаемые под отвалы.

Применяются и другие способы снижения потерь при подземной добыче. Так, на Хайдарканском комбинате использование камерно-столбовой системы разработки с новыми параметрами дало возможность уменьшить потери руд с 33 до 12%. На Старобинском месторождении впервые в мире применена по-слойная выемка калийных солей механизированными комплексами. Это увеличило извлечение запасов из недр до 70% и содержание полезного вещества в руде — до 35%. За последние годы достигнуто некоторое снижение потерь полезных ископаемых при добыче на рудниках Днепровского, Соколовско-Сарбайского, Гайского, Учалинского, Тырныаузского горно-обогатительных комбинатов и на других предприятиях.

Не нашла еще широкого применения добыча угля (даже дефицитных марок) с закладкой выработанного пространства, при которой величина эксплуатационных потерь в 2 раза ниже, чем при системе с обрушением кровли.

В результате систематического проведения организационно-технических мероприятий уровень эксплуатационных потерь на горнорудных предприятиях Минчермета СССР непрерывно снижается. Хотя на шахтах Кривбасса за годы девятой пятилетки потери снижены с 14,5 до 13,4%, на ряде предприятий они продолжают оставаться сравнительно высокими и достигают 18—20%, особенно при камерных системах разработки. Высокие по-

тери железных руд (3,5%) имеют место и на предприятиях с открытым способом отработки.

Широкое применение созданных советскими учеными и инженерами методов по поддержанию пластового давления в процессе разработки нефтяных месторождений позволило существенно увеличить извлечение нефти. Отечественная система разработки месторождений с контурным и внутриструктурным заводнением интенсифицировала добычу, принесла огромную экономию средств и увеличила нефтеотдачу. Извлечение нефти из недр увеличилось с 0,30—0,40 до 0,48—0,53. Хотя СССР в этом отношении значительно опередил зарубежные страны, все же нельзя мириться с тем, что большое количество разведанных запасов нефти при современных способах добычи у нас в стране еще остается в недрах. Разработанные научно-исследовательскими организациями и проверенные в опытно-промышленных условиях новые физико-химические и тепловые методы воздействия на продуктивные пластины позволяют повысить степень извлечения нефти на 10—25%, в зависимости от особенностей разрабатываемых месторождений. Это даст возможность дополнительно получить большое количество нефти. Все еще имеются потери попутного растворенного в нефти газа.

Крупными резервами дальнейшего снижения потерь полезных ископаемых в недрах во всех отраслях горнодобывающей промышленности являются совершенствование организации работ и систем разработки, улучшение техники и технологии добычи. При современном масштабе добычи минерального сырья даже частичное сокращение сверхнормативных потерь равносильно открытию и промышленному освоению десятков крупных месторождений.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МИРОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В ВАЖНЕЙШИХ ВИДАХ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В последнее время в промышленно развитых капиталистических странах особую озабоченность вызывает положение с обеспеченностью топливно-энергетическими ресурсами, и широко распространенным стало выражение «топливно-энергетический кризис». В отношении ряда ведущих стран это в известной мере правомерно, но в целом мировое человечество еще не скоро приблизится к истощению энергетических ресурсов земли. Прав академик В. А. Кириллин, считая, что даже если исходить из потребности в топливе, подсчитанной специалистами для 2000 г. в размере 20—25 млрд. т условного топлива (заметим, что в 1970 г. было добыто «всего» около 6 млрд. т условного топлива), то имеющихся ресурсов химического топлива хватит примерно на 150 лет. Если же учесть ядерное, делящееся топливо — уран и торий,— то этих ресурсов по энергетическому эквиваленту, при условии использования ядерных реакторов на быстрых нейтронах, хватит еще на столько же, т. е. примерно на 150 лет. Правда, если использовать ядерные реактивы только на топливных нейтронах, то ресурсы ядерного, делящегося топлива составят около 10—15% от ресурсов химического топлива. Однако ученые предвидят, что несомненно будут осваиваться и другие источники энергии.

Известно, что достоверные запасы нефти капиталистических и развивающихся стран увеличились с 9791 млн. т на начало 1951 г. до 75 396 млн. т на начало 1976 г. (табл. 8, рис. 25), а кратность запасов к достигнутому уровню добычи нефти за эти годы изменилась с 20 до 32 раз, в т. ч. в странах Северной Америки соответственно с 13 до 9 раз, а в странах Ближнего и Среднего Востока с 51 до 53.

Особенно быстро в последнее время возросли достоверные запасы нефти в странах Ближнего и Среднего Востока, доля которых в суммарных запасах капиталистических и развивающихся стран достигает 67%. При этом большая часть запасов нефти в этих странах заключена в 24 месторождениях с первоначально извлекаемыми запасами в каждом свыше 500 млн. т, в т. ч. 15 месторождений с запасами свыше 1 млрд. т.

На начало 1976 г. разведанные запасы нефти известны в 57 капиталистических и развивающихся странах, но большая их часть (81%) сосредоточена в Саудовской Аравии (20,3 млрд. т),

Таблица 8

**Достоверные запасы нефти в капиталистических и развивающихся странах
(в млн. т на начало года)**

Регионы	1951 г.	1960 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1976 г.
Северная Америка	3653	4 891	6 398	6 436	6 158	5 301
Латинская Америка	1653	3 537	4 067	3 709	4 253	4 996
Ближний и Средний Восток	4351	25 571	45 552	47 189	50 298	50 339
Африка	29	751	7 272	7 502	7 829	8 698
Южная и Юго-Восточная Азия и Дальний Восток	61	1 354	1 437	1 650	1 716	2 396
Австралия и Океания	—	—	639	547	368	228
Западная Европа	41	200	218	471	1 917	3 437
Всего	9791	36 311	65 267	69 577	72 539	75 396

Кувейте, включая бывшую Нейтральную зону (10,3), Иране (8,8), США (4,4), Ираке (4,6), Ливии (3,4), княжестве Абу-Даби (3,9), Нигерии (2,7) и Венесуэле (2,5 млрд. т). Сравнительно крупными запасами нефти располагают Индонезия (1,9 млрд. т) и Мексика (1,3 млрд. т). В последние годы заметно снизились темпы прироста разведанных запасов нефти и газа и отмечается определенная тенденция в уменьшении размеров вновь открываемых месторождений. В ряде стран дальнейшие перспективы прироста разведанных запасов нефти и газа связываются с отложениями, залегающими на больших глубинах и в известных нефтегазоносных районах, в которых мощность осадочного выполнения нередко колеблется от 8 до 20 км. Особенно быстро развивается глубокое бурение в США, где количество скважин глубиной свыше 4500 м к

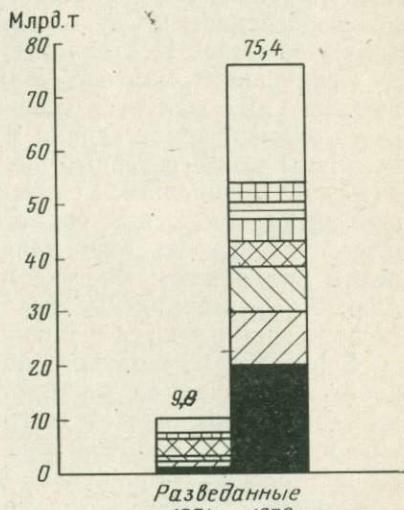


Рис. 25. Рост разведанных (достоверных) запасов нефти капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Саудовская Аравия; 2 — Кувейт; 3 — Иран; 4 — США; 5 — Ирак; 6 — Абу-Даби; 7 — Ливия; 8 — прочие страны

началу 1972 г. достигло 4987, в т. ч. глубиной свыше 6100 м более 300, свыше 7000 более 10, из них одна свыше 8000 м и одна скважина глубиной 9159 м.

Более существенными представляются перспективы прироста запасов нефти за счет разведки подводных месторождений континентального шельфа. Одним из пионеров разведки и освоения морских нефтяных месторождений является СССР; еще в 1922 г. на Каспийском море было начато морское бурение и обнаружено промышленное месторождение.

Интенсивный рост морских работ начался после второй мировой войны. В сороковых годах открыты месторождения на оз. Маракайбо в Венесуэле и в Мексиканском заливе, в пятидесятых годах — прибрежные месторождения стран Персидского залива, Дальнего Востока и Азии, а с 1960 г. — акватории у берегов Африки и Западной Европы. Сейчас промышленные скопления нефти и газа обнаружены вблизи берегов 40 стран. На морские месторождения 24 стран приходится примерно 16% мировой добычи нефти и газа, а по одной нефти этот показатель составляет около 20%. Всего в Мировом океане открыто около 500 месторождений нефти и газа, в т. ч. в акваториях США — свыше 300, в Северном море — более 30, в Персидском заливе — 34.

Три четверти всех разведанных на континентальном шельфе запасов нефти сосредоточены в странах Среднего Востока, особенно в районе Персидского залива. Богатые морские месторождения разведаны в Саудовской Аравии, Катаре, Иране, Кувейте (включая бывш. Нейтральную зону), Абу-Даби.

Крупнейшим нефтедобывающим районом континентального шельфа США является северная мелководная зона Мексиканского залива, прилегающая к штатам Луизиана и Техас. Продуктивны также северный шельф Аляски, Канады и район Арктического архипелага. Успешно осваивается шельф калифорнийских нефтегазоносных областей, где выявлено 21 нефтяное и шесть газовых месторождений. Увеличились морские запасы нефти на Дальнем Востоке и в районах западного побережья Африки. Благоприятные перспективы выявления морских месторождений имеются и у побережья Латинской Америки.

В результате широкого развития поисковых и разведочных работ на подводных месторождениях Северного моря суммарные достоверные запасы нефти увеличились там с 225 млн. т на начало 1961 г. до 3438 млн. т на начало 1976 г., в т. ч. 2198 млн. т — в акватории Великобритании и 940 млн. т — в Норвегии.

В капиталистических и развивающихся странах суммарные запасы нефти разведенных подводных месторождений с 1960 г. увеличились в 4 раза и составляют 13 млрд. т. Работы по разведке и освоению морских месторождений приняли необычайно широкий размах и уже ведутся в 80 странах. В возрастающих объемах продолжается бурение в Мексиканском и Персидском

заливах, у побережья Северного моря, Африки, Австралии, Южной Америки и Юго-Восточной Азии. По оценке зарубежных экспертов месторождения, расположенные в пределах территориальных вод государств Юго-Восточной Азии,— Таиланда, Камбоджи, Малайзии, Индонезии и Вьетнама, содержат в 3 раза больше нефти, чем все известные морские подводные месторождения мира вместе взятые.

В настоящее время бурение ведется при глубине моря до 550 м. Однако в ближайшее время планируется бурение при глубине моря 980 м, что выходит за пределы континентального шельфа.

При предполагаемых уровнях добычи нефти в капиталистических и развивающихся странах суммарное извлечение ее из недр за 25 лет составит примерно 65 млрд. т и, следовательно, будет погашена значительная часть ныне разведанных достоверных запасов, составляющих 75,4 млрд. т. Поэтому для создания необходимого объема достоверных запасов нефти к 2000 г., превышающего примерно в 30 раз предусматриваемый уровень ее добычи (3,5 млрд. т), потребуется разведать 100 млрд. т, т. е. на 30 млрд. т больше полученного прироста за предыдущие 25 лет. Такой значительный прирост запасов может быть получен в основном только за счет выявления и разведки новых крупных месторождений и нефтегазоносных бассейнов в результате еще более широкого развития поисковых и разведочных работ, в особенности в пределах континентального шельфа.

В зарубежной печати опубликован ряд оценок прогнозных запасов нефти. Так, в 1959 г. мировые извлекаемые запасы нефти были оценены Л. Дж. Уиксом (главным геологом «Стандарт Ойл Компани оф Нью-Джерси») в 556 млрд. м³, в том числе 318 извлекаемых первичными методами (коэффициент извлечения 0,572). При этом подсчете общие прогнозные запасы нефти США определены в 73,1 млрд. м³, в том числе 42,9 млрд. м³ извлекаемых первичными методами.

В 1971 г. на VIII Мировом нефтяном конгрессе Л. Дж. Уикс оценил мировые прогнозные извлекаемые запасы в 202,5 млрд. т, в том числе 106,7 млн. т на континентальном шельфе до глубины 300 м. По подсчетам Л. Дж. Уикса, общая площадь осадочных бассейнов мира составляет 57 млн. км², площадь континентальных шельфов и мелководных материковых водоемов 25 млн. км², из них перспективными на нефть и газ представляются 39 млн. км² осадочных бассейнов и 7,8 млн. км² мелководных континентальных шельфов и озер. По более поздним оценкам различных экспертов мировые прогнозные запасы достигают 450 млрд. т, в том числе извлекаемых первичными методами разработки 250 млрд. т и вторичными методами разработки 200 млрд. т. Как видно, прогнозные запасы нефти капиталистических и развивающихся стран при условии извлечения ее современными методами обеспечивают потребности этих стран

в нефти. Однако для превращения этих запасов в достоверные и подготовку их к промышленному освоению потребуются значительные капитальные вложения и ускорение технического прогресса в производстве геологоразведочных работ, особенно на больших морских глубинах.

Степень обеспеченности капиталистических и развивающихся стран может значительно увеличиться, если возрастет интенсификация добычи нефти за счет более широкого применения закачки в пласты газа и воздуха с повышенным давлением на линии нагнетания, а также использования термических и других методов.

Крупнейшие ресурсы нефти сосредоточены в различных битуминозных породах ряда стран. Особенно большой практический интерес представляют колоссальные скопления нефтяных битумов в песчаниках канадской провинции Альберта (Атабаска, Келд-Ривер, Пис-Ривер и Вабаска). Запасы тяжелой нефти этих четырех районов составляют 131,5 млрд. т, из которых 66 млрд. т приходится на долю битуминозных песчаников района р. Атабаски. Они прослежены здесь на протяжении 170 км при ширине 55 км и мощности от нескольких до 70 м. Содержание в них битумов широко варьирует и в среднем составляет 20 %. Встречаются прослои почти чистого твердого битума мощностью до 4—6 м. Извлекаемые запасы нефти в битуминозных песках Атабаски оцениваются в 50 млрд. т. Кроме того, пески заключают значительные запасы серы, оцениваемые в 900 млн. т.

Значительными ресурсами битуминозных сланцев располагают США. Прогнозные запасы их, сосредоточенные в основном (около 80 %) в штате Колорадо, оценивались в 1 трлн. т, а по последним данным геологической службы США запасы нефти в этих сланцах оцениваются в 250 млрд. т, в том числе 80 млрд. т в сланцах со средним содержанием 95 л/т. Крупные ресурсы нефтеносных песчаников известны также в Венесуэле, Бразилии, Уругвае, Малайзии, Марокко и ряде других стран.

Разведанные запасы **природного и попутного газа** в капиталистических и развивающихся странах увеличились с 12 571 млрд. м³ на начало 1951 г. до 40 410 млрд. м³ на начало 1976 г., или в 3,3 раза (рис. 26).

Более ускоренными темпами развивалась сырьевая база газовой промышленности Советского Союза, особенно в связи с выявлением обширной нефтегазоносной провинции в Западной Сибири, открытием крупных месторождений в Средней Азии и в Оренбургской области. Достоверные запасы природного газа в стране за истекшие 15 лет увеличились в 8,5 раза и к началу 1976 г. превысили 19 000 млрд. м³.

Из года в год увеличивается количество промышленных месторождений газа в Западно-Сибирской низменности, где открыты и разведаны месторождения Уренгойское (с разведенными запасами 3,9 трлн. м³), Медвежье (1,5 трлн. м³), Заполярное

Рис. 26. Рост разведанных (достоверных) запасов газа капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Иран; 2 — США; 3 — Алжир; 4 — Саудовская Аравия; 5 — Нидерланды; 6 — Канада; 7 — Венесуэла; 8 — Великобритания; 9 — прочие страны

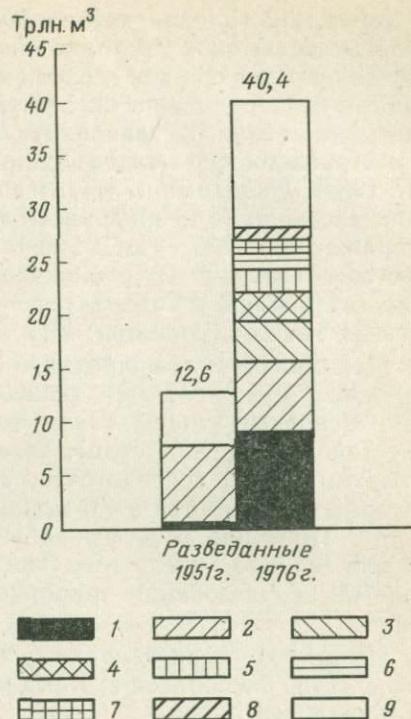
(1,6 трлн. м³) и Молодежное (1,3 трлн. м³). В пределах РСФСР собственно газовые месторождения открыты и разведаны также в Кomi АССР, в Ставропольском и Краснодарском краях, Поволжье и Якутской АССР.

Большое народнохозяйственное значение имеет разведенное в Оренбургской области одноименное газоконденсатное месторождение, запасы которого составляют 1,6 трлн. м³. Велико также значение открытых и разведенных в районах Западного Узбекистана и Восточной Туркмении месторождений природного газа, на базе которых осуществлено строительство газопроводов в республиках Средней Азии, а также магистрального газопровода Бухара—Урал протяженностью свыше 2000 км, и в центральных районах страны.

Месторождения природного газа являются также источниками попутной добычи конденсата. Запасы его учтены по 225 месторождениям, сосредоточенным преимущественно на севере европейской части страны, в Оренбургской области и в республиках Средней Азии. Расширение базы добычи конденсата связывается с освоением нижнемеловых продуктивных горизонтов на севере Тюменской области, палеозойских отложений севера европейской части страны, Урало-Поволжья и Днепрово-Донецкой впадины, а меловых и юрских отложений — Туркмении и Узбекистана.

Доля сероводородсодержащих газов в общесоюзных запасах составляет 11%. Они, преимущественно сосредоточены в месторождениях европейской части страны (61,5%), крупные запасы таких газов разведаны в Амударьинской синеклизе (Средняя Азия).

Второе место в мире по разведенным запасам газа занимают США, из недр которых за истекшие 25 лет (с 1951 по 1975 г.)



извлечено 12 трлн. м³ газа, а оставшиеся на начало 1976 г. его запасы составляют 6,5 трлн. м³. Кроме того, около 1200 млн. м³ составляют запасы конденсата, содержащегося в газе. Промышленные месторождения газа известны в 31 штате, подавляющая часть достоверных запасов газа (примерно 90%) заключена в месторождениях штатов Техас (45%), Луизиана (33%), Канзас (8%), Оклахома (7%), Нью-Мексико (6%). В разведанных запасах около 75% приходится на долю собственно газовых месторождений, 15% — на долю газа в газовых шапках нефтяных месторождений и 10% — на долю попутного нефтяного газа. Около 140 млрд. м³ находятся в подземных хранилищах при общей их емкости 170 млрд. м³.

Месторождения природного газа, особенно юго-западных районов США, являются также крупнейшими источниками гелия. Основные запасы такого газа находятся в штатах Канзас (месторождение Хьюготон), Техас (месторождение Панхендл) и Оклахома. Здесь сосредоточено 98,7% всех запасов гелия в США, которые оцениваются в 4,6 млрд. м³ (включая хранилище Клиффсайд). Попутная с газом добыча гелия составляет примерно 20 млн. м³ в год после того, как в США была разработана технология использования природного газа, содержащего 0,3% гелия.

Из других стран западного полушария значительными запасами газа располагают Канада (1,5 трлн. м³) и Венесуэла (1,2 трлн. м³).

Крупные ресурсы преимущественно попутного газа (более 18 трлн. м³) заключены в недрах стран Ближнего и Среднего Востока, в том числе 9,3 в месторождениях Ирана, 5,7 в Абу-Даби, 1,6 в Саудовской Аравии и 1,1 трлн. м³ в Кувейте. В Африке по запасам газа выделяются Алжир (3,6 трлн. м³) и Нигерия (1,3 трлн. м³), а среди европейских стран — Нидерланды (2,7 трлн. м³) и акватории Великобритании (1,4 трлн. м³), где в последние годы разведаны месторождения газа в прибрежных водах Северного моря.

Исходя из прогнозируемых уровней производства товарного газа, в недрах капиталистических и развивающихся стран до 2000 г. будет погашено примерно 32 500 млрд. м³, т. е. 73% ныне разведенных запасов. Прогнозные запасы природного газа в этих странах оцениваются в 140—170 трлн. м³, из которых 28—48 трлн. м³ относится к территории США.

Мировые геологические запасы углей, подсчитанные к XVII сессии Международного геологического конгресса (1937 г.), составляли всего 7916 млрд. т, в том числе запасы СССР 1654,4 млрд. т (20,9%) и Америки 4748 млрд. т (52,9%). При этом учитывались пласти мощностью от 0,3 до 0,5 м до глубины 1200 м и от 0,5 м и более — до глубины 1800 м. Позднее официальные подсчеты мировых геологических запасов углей не про-

изводились. По оценкам отдельных экспертов они находятся в пределах 16—20 трлн. т.

Общие геологические запасы углей СССР, подсчитанные в 1968 г. по методике, рекомендованной Постоянной комиссией СЭВ по геологии, составляют 6790 млрд. т, в том числе каменных (подсчитанных до глубины 1800 м) 4700 млрд. т (69,2%), из них коксующихся всего 720 млрд. т (10,6%). В отличие от каменных бурые угли подсчитаны до глубины 600 м и оцениваются в 2090 млрд. т.

По сравнению с оценкой, произведенной в 1956 г., геологические запасы углей СССР сократились на 18% за счет ограничений подсчета запасов бурых углей глубиной 600 м, изменений кондиций по мощности и зольности по ряду бассейнов и месторождений и перевода части запасов в III группу классификации СЭВ, не учитываемой, поскольку они относятся к территориям, в которых предполагается только наличие угленосности.

Наиболее достоверны запасы I группы, к которой отнесены прогнозные запасы изученных бассейнов и месторождений, непосредственно примыкающие к балансовым запасам, а также запасы площадей с установленной угленосностью. Меньшей достоверностью характеризуются запасы II группы, к которой относятся запасы площадей, прилегающих к контурам прогнозных запасов I группы, а также запасы в пределах геологически изученных площадей, в которых угленосные отложения установлены в отдельных точках.

В европейской части СССР сосредоточено 5,7% геологических запасов страны (387 млрд. т), на Урале — 0,2% и в восточных районах — 94,1% (6400 млрд. т). Общие кондиционные геологические запасы (соответствующие кондициям, принимаемым при подсчете балансовых запасов) составляют 5710 млрд. т, в т. ч. каменных углей 3990 млрд. т, бурых 1720 млрд. т и пригодных для коксования 541 млрд. т.

Балансовые запасы углей СССР к началу 1976 г. составили 421 млрд. т, в том числе 278 млрд. т разведанных, из них 68 млрд. т коксующихся и 108 млрд. т бурых. Основная часть разведанных запасов СССР сосредоточена в восточных районах страны. В западных районах, включая Урал, они составляют всего 27,2% от общесоюзных, в то время как добыча их в 1975 г. достигла 50,3%.

Угольные бассейны и месторождения восточных районов обычно отличаются исключительно благоприятными для промышленного освоения геологическими условиями. Пласти угля обладают большой мощностью, часто залегают близко к поверхности, и в связи с этим пригодны для наиболее рентабельной открытой разработки.

Месторождения европейской части СССР характеризуются относительно сложными горно-геологическими условиями, а ме-

сторождения, пригодные для открытой добычи, практически отсутствуют.

Задача увеличения ресурсов углей, пригодных для освоения промышленностью в европейской части СССР, является важнейшей народнохозяйственной проблемой. Работы в восточных районах должны быть направлены на выявление площадей с коксующимися углями в Кузнецком и Карагандинском бассейнах и возможное их нахождение в других районах, расположенных вблизи существующих и проектируемых железнодорожных магистралей. На всей территории восточных районов РСФСР, Казахстана и Средней Азии должна быть проведена оценка перспектив и проведены поиски высококачественных бурых и каменных углей, пригодных для отработки дешевым открытым способом.

Основные разведанные запасы угля сосредоточены в относительно ограниченном числе стран и угольных бассейнов, хотя угленосные отложения очень широко распространены в мире.

Крупными разведанными запасами высококачественных каменных углей располагают Китай (25 млрд. т) и Польша (16 млрд. т).

Достоверные и вероятные запасы угля капиталистических развивающихся стран (соответствующие по степени разведанности балансовым запасам кат. A+B+C₁+C₂ СССР) снизились за 1951—1975 гг. с 2536 до 1520 млрд. т, а достоверные запасы (A+B+C₁) — с 752 до 607 млрд. т. Это снижение связано с переоценкой запасов США, большая часть которых отнесена к прогнозным. При почти повсеместном развитии угленосных отложений на всех континентах основные разведанные запасы угля сосредоточены в относительно ограниченном числе стран и угольных бассейнов (рис. 27).

Более 90% всех достоверных и вероятных запасов, а также достоверных запасов угля на начало 1976 г. сосредоточены в США (соответственно 394 и 233 млрд. т), Австралии (317 и 78), ФРГ (287 и 99), Великобритании (163 и 99), Канаде (109 и 9), Индии (83 и 23) и ЮАР (44 и 24 млрд. т). Особенно широко угленосные отложения распространены в США, где они подстилают 13% всей площади страны. Они отличаются высокой углекомплексностью и установлены в пределах 37 штатов.

По оценке геологической службы США, общие геологические запасы угля в стране до глубины 900 м составляли 2625 млрд. т. Из них, с учетом произошедших изменений на международном рынке, запасы угля, рентабельные для отработки при существующих технических возможностях, составляют по оценке Горного бюро США 394 млрд. т (на начало 1975 г.).

При прогнозируемом росте добычи угля в капиталистических и развивающихся странах суммарный ее объем за ближайшие 25 лет примерно составит 75 млрд. т, и в недрах этих стран будет погашено (с учетом потерь при добыче) немногим более 8%

Рис. 27. Рост разведанных (достоверных) запасов угля капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — США; 2 — Австралия; 3 — ФРГ; 4 — ЮАР; 5 — Великобритания; 6 — Канада; 7 — Индия; 8 — прочие страны

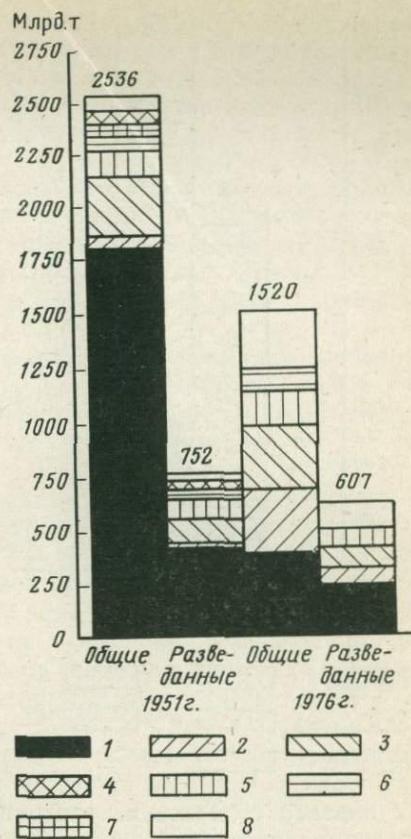
достоверных запасов. Таким образом только разведанные в настоящее время запасы обеспечивают потребность капиталистических и развивающихся стран в угле на многие годы за пределами текущего столетия. Однако за счет собственных ресурсов только весьма ограниченное количество стран может обеспечить свою потребность в угле.

Достоверные и вероятные запасы урана в капиталистических и развивающихся странах, учтенные на начало 1976 г., в рудах рентабельных для разработки, при себестоимости не более 22 долл. за 1 кг U_3O_8 (848,5 г U) составляли 1010 тыс. т.

Большая их часть (88%) заключена в месторождениях США — 286 тыс. т, Австралии — 217, ЮАР — 128, Намибии — 90, Канады — 70, Нигера — 47 и Франции — 44 (рис. 28).

При предполагаемом развитии добычи за период 1976—2000 гг. в недрах капиталистических и развивающихся стран должно быть погашено примерно 1800 тыс. т, т. е. в 1,8 раза более ныне разведанных запасов. На симпозиуме в Лондоне достоверные запасы этих стран оценивались в 2000 тыс. т, с учетом руд, рентабельных для отработки при цене 66 долл. за 1 кг U_3O_8 .

Поисковые и разведочные работы на уран, которые почти полностью прекратились в большинстве стран в 1958 г., в последнее время приобрели снова широкий размах. В течение 1967—1970 гг. для проведения поискового и разведочного бурения на урановых месторождениях американские компании предполагали израсходовать 77 млн. долл. Возросло участие в поисках и разведке урановых месторождений компаний Канады, Франции, ФРГ и Японии. В США, Бразилии, Нигере, Испании



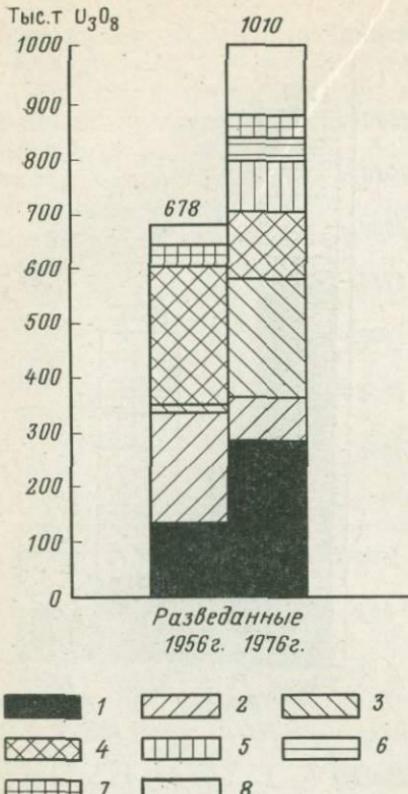


Рис. 28. Рост разведанных (достоверных) запасов урана капиталистических и развивающихся стран за 1956—1976 гг.

1 — США; 2 — Канада; 3 — Австралия; 4 — ЮАР; 5 — Намибия; 6 — Кипр; 7 — Франция; 8 — прочие страны

и особенно Австралии выявлены новые месторождения, которые в настоящее время интенсивно разведываются. Активно участвуют в поисках урана нефтяные компании.

При оценке перспектив развития сырьевой базы урановой промышленности следует иметь в виду, что крупнейшими потенциальными источниками урана являются фосфориты, битуминозные сланцы, угли и другие осадочные породы. В них заключены огромные, практически неограниченные ресурсы урана, которые в обозримой перспективе не могут быть в достаточной мере использованы из-за край-

не низкого содержания этого полезного компонента. Наибольшее практическое значение имеют фосфориты и битуминозные сланцы, частично используемые и сейчас для извлечения урана. В США 82 тыс. т U₃O₈ могут быть извлечены при себестоимости не более 22 долл. за 1 кг U₃O₈ в качестве побочного продукта при производстве фосфорной кислоты и из отходов медеплавильного производства.

В Швеции в небольших размерах уран извлекается из битуминозных сланцев (150 т), в которых содержание его составляет 0,02—0,03%; проектируется увеличение добычи до 1300 т, для чего потребуется 341 млн. долл. капиталовложений. Одновременно исследуются урансодержащие алюнитовые глины мощностью 4,5—5,5 м при среднем содержании 0,03% U₃O₈. Запасы их оцениваются в 7500 млн. т, не менее 100 млн. т из них являются рентабельными для добычи урана.

Практически неисчерпаемые ресурсы урана, оцениваемые в 4 млрд. т, сосредоточены в морской воде. Первые попытки извлечения его из воды были сделаны в 1964 г. и показали, что он будет несколько более дорогим, чем уран, получаемый из рудного сырья (около 44,4 долл. за 1 кг U₃O₈). Однако в дальней-

шем расчетная стоимость его повысилась до 89, а в 1974 г. — до 155 долл. за 1 кг U_3O_8 . Полагают, что цена его будет снижена за счет попутного извлечения тория и ванадия. В Англии, например, работает опытное предприятие по извлечению урана из морской воды (себестоимость получения урана составляет 52 долл. за 1 кг U_3O_8). В Японии разработан метод получения урана из морской воды с помощью его абсорбции соединением активированного древесного угля с гидроокисями металлов.

Значительно возросла за истекшие 25 лет обеспеченность минеральными ресурсами мировой потребности в черных и легирующих металлах — железных и марганцевых рудах, хромитах, никеле, кобальте, вольфраме и молибдене.

В капиталистических и развивающихся странах достоверные и вероятные запасы железных руд по сравнению с 1950 г. увеличились в 2,8 раза, марганцевых в 6,3, хромитов (общие запасы) в 7,3, никеля в 12,2, кобальта в 6,0, вольфрама в 3,5 и молибдена в 5,2 раза.

Мировые геологические запасы **железных руд** практически не ограничены и по оценке отдельных исследователей достигают 3—3,5 трлн. т. Общие мировые запасы на начало 1976 г. оцениваются в 400 млрд. т (в том числе более 100 млрд. т в СССР), из них достоверные и вероятные запасы составляют 150 млрд. т. Эти запасы обеспечивают мировую потребность в железных рудах на многие годы за пределами текущего столетия, и к тому же в ряде стран разведанные запасы могут быть значительно увеличены.

В Советском Союзе разведано более 300 месторождений, повсеместно распространенных в стране, но большая часть балансовых и разведанных запасов сосредоточена на Украине (25 и 34% соответственно), в районах КМА (35 и 25%), на Урале (14 и 13%) и в Казахстане (14 и 11%).

Минерально-сырьевая база железорудной промышленности Советского Союза не только надежно обеспечивает собственную потребность в железных рудах в обозримой перспективе, но позволяет в неизменно возрастающих количествах увеличивать их экспорт. Вместе с тем, она не лишена и ряда недостатков, среди которых наиболее существенным является крайне неравномерное размещение на территории страны разведанных запасов, большая часть которых приходится на ее европейскую часть. Поэтому задачей геологической службы ближайших лет является выявление новых месторождений и обеспечение прироста разведанных запасов железных руд для действующих металлургических предприятий Урала, Западной Сибири и Казахстана с учетом их дальнейшего расширения; поиски и разведка месторождений для создания железорудной базы в Восточной Сибири; продолжение поисковых работ на Дальнем Востоке.

Высокой обеспеченностью минеральным сырьем отличается металлургическая промышленность Китая и КНДР. В Китае-

разведанные месторождения известны во многих провинциях, но большая часть общих и разведанных запасов, оцениваемых соответственно примерно в 35 и 15 млрд. т, сосредоточена в северо-восточных районах страны. В КНДР выявлен ряд месторождений железистых кварцитов, среди которых по масштабу оруднения выделяется месторождение Мусан с запасами 1 млрд. т при среднем содержании металла 38—39 %.

Разведанные месторождения железных руд известны в 75 капиталистических и развивающихся странах. На начало 1976 г. общие их запасы составили 243,1 млрд. т, в том числе достоверные и вероятные 86,7 млрд. т (рис. 29). Они превышают достигнутый уровень их погашения в недрах в результате добычи и потерю при добыче и обогащении соответственно в 300 раз и 81 раз.

Большая часть общих запасов (86 %) и достоверных и вероятных (77 %) сосредоточена (в млрд. т): в Бразилии (соответственно 80 и 10), Канаде (34 и 18,7), Австралии (35 и 24), Индии (22 и 8,5), США (17 и 5,5), ЮАР (9 и 1,2), Франции (7,1 и 7,5) и Швеции (3,4 и 2,4).

Согласно оценкам, в 1976—2000 гг. в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено примерно 25 млрд. т железных руд, или только 10 % общих и 30 % достоверных и вероятных их запасов, учтенных на начало 1976 г.

При весьма удовлетворительной общей обеспеченности стран капиталистического мира суммарными разведанными запасами большинство промышленно развитых стран, на долю которых приходится основная часть потребляемых руд, не располагает достаточной сырьевой базой, и их металлургическая промышленность целиком (Япония) или в значительной части (США, ФРГ, Англия) удовлетворяет свою потребность за счет импортных руд.

Мировые общие запасы марганцевых руд на начало 1976

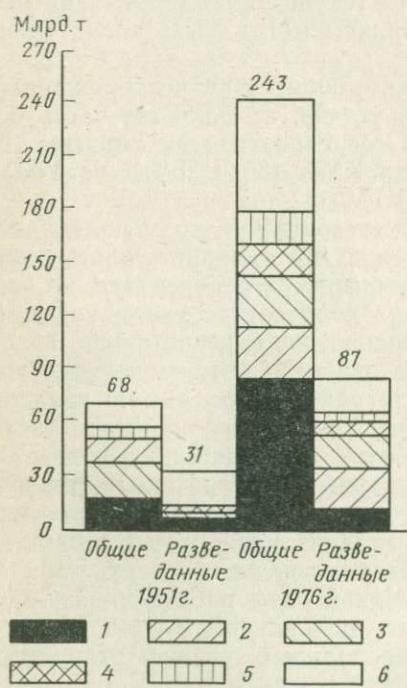


Рис. 29. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов железных руд капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Бразилия; 2 — Австралия; 3 — Канада; 4 — Индия; 5 — США; 6 — прочие страны

оценивались в 4200 млн. т (в том числе более 3000 млн. т в СССР), из них достоверные и вероятные в 3255 млн. т (более 2600 млн. т в СССР). В Советском Союзе только разведанные запасы окисных и окисленных марганцевых руд, пригодных для химической промышленности и производства стандартных марок ферромарганца, составляют свыше 700 млн. т. Большая часть их сосредоточена в месторождениях Украины и Грузии, где расположены пользующиеся мировой известностью Никопольский и Чиатурский бассейны, руды которых не только удовлетворяют потребности отечественной металлургии, но и являются предметом широкого экспорта. Основным недостатком разведанных запасов является сосредоточение их в европейской части страны. Все поиски крупных месторождений окисных руд марганца на востоке пока не увенчались успехом. В других социалистических странах известны месторождения преимущественно низкокачественных руд.

Достоверные и вероятные запасы марганцевых руд 37 капиталистических и развивающихся стран представленные в основном окисными рудами, на начало 1976 г. составляли 543 млн. т, а общие запасы оценивались в 1146 млн. т (рис. 30). Важнейшее значение имело открытие в Габоне крупнейшего месторождения Моанда, разведанные запасы высококачественных марганцевых руд которого достигли 200 млн. т, а общие запасы составляют 450 млн. т, месторождения Гроте-Эйландт в Австралии и прирост запасов на месторождениях ЮАР. Запасами высококачественных марганцевых руд располагают Габон (200 млн. т), Южно-Африканская Республика

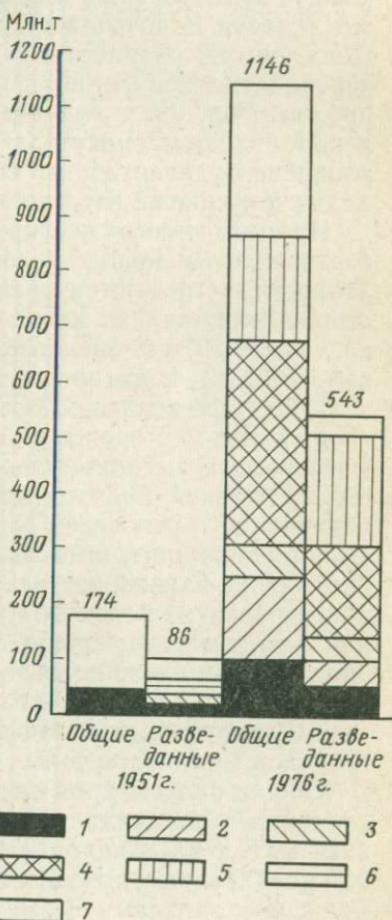


Рис. 30. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов марганцевых руд капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Бразилия; 2 — Австралия; 3 — Индия;
4 — ЮАР; 5 — Габон; 6 — Родезия; 7 —
прочие страны

(400 млн. т общих и 150 млн. т разведанных), Бразилия (100 и 50), Австралия (170 и 50) и Индия (65 и 30). Разведанные запасы обеспечивают только 77% предполагаемого их погашения в 1976—2000 гг. (700 млн. т), а общие запасы превышают его в 1,6 раза.

Обеспеченность потребности в марганце промышленно развитых стран может резко улучшиться, если будет решена проблема создания рентабельной технологии добычи и переработки глубоководных морских марганцевых конкреций.

Марганцевые конкреции Тихого и Атлантического океанов занимают огромные площади, содержат от 20 до 30% марганца, 15% железа, 1% никеля, 0,5% меди и кобальта и других полезных компонентов. Одно время считали, что их использование — это вопрос далекого будущего, поскольку они находятся на больших глубинах. Между тем США, которые целиком зависят от привозного марганца, сейчас уже приступили к опытной добыче этих марганцевых конкреций. Техника извлечения хорошо освоена и позволяет извлекать их даже с глубин 3—5 км. Пока еще не разработана достаточно рентабельная технология переработки конкреций и получения отдельных металлов, но вопрос этот близок к решению, поэтому считают, что США в недалеком будущем смогут за счет добычи и переработки морских конкреций удовлетворить свою потребность не только в марганце, но и в никеле, который они импортируют из Канады.

Промышленные месторождения **хромитов**, особенно высокосортных, отвечающих требованиям металлургической промышленности, встречаются крайне редко, значительно реже, чем месторождения редких металлов. Общие мировые запасы хромитов на начало 1976 г. оценивались в 1650 млн. т (317 млн. т на начало 1951 г.), в том числе в СССР 415 млн. т (70 млн. т).

Почти все запасы СССР сосредоточены в Южно-Кемпирской группе месторождений в Казахстане, руды которых отличаются весьма высоким качеством и служат ценным сырьем для ферросплавной промышленности. Запасы оgneупорных руд заключены в Сарановской группе месторождений на Урале. В связи с локализацией выявленных ресурсов преимущественно в одном районе важнейшей задачей советских геологов является широкое развитие поисково-разведочных работ с целью обнаружения новых месторождений хромитов, особенно в восточных районах страны. Сравнительно небольшие месторождения хромитов известны на Кубе, в Албании, Югославии, Болгарии и Румынии. Суммарные их запасы, по-видимому, не превышают первых десятков миллионов тонн.

Общие запасы хромитов капиталистических и развивающихся стран увеличились с 228 млн. т на начало 1951 г. до 1224 млн. т на начало 1976 г. (рис. 31), в том числе в ЮАР со 120 до 600 млн. т и Родезии с 50 до 550 млн. т. Сравнительно небольшими запасами хромитов располагают Турция (10 млн. т),

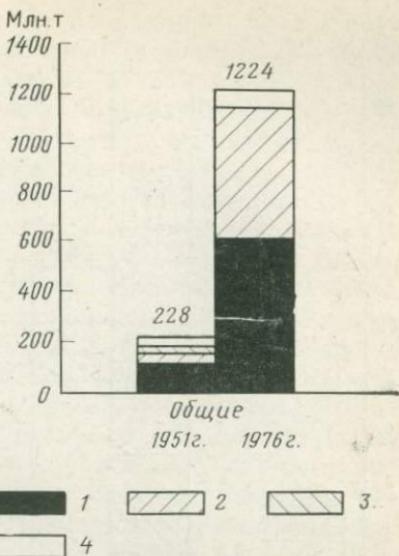
Рис. 31. Рост общих запасов хромитов капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — ЮАР; 2 — Родезия; 3 — Турция; 4 — прочие страны

Индия (7 млн. т), Иран (7 млн. т) и Финляндия (30 млн. т бедных руд). Судя по предполагаемому росту производства товарных руд, в недрах капиталистических и развивающихся стран за 1976—2000 гг. будет погашено примерно 200 млн. т, или только 16% учтенных запасов.

Однако несмотря на высокую общую обеспеченность стран капиталистического мира этим видом сырья, промышленно развитые страны не имеют собственных ресурсов хромитов и всю потребность в них удовлетворяют только за счет импорта.

Мировые запасы никеля за последние годы значительно возросли в основном за счет выявления и разведки новых месторождений медно-никелевых сульфидных руд в Канаде, Австралии и СССР и силикатных руд в ряде стран Центральной и Южной Америки и Юго-Восточной Азии. В значительной мере этому способствовало снижение бортового содержания никеля с 1,5% до 1% в силикатных рудах, позволившее увеличить число никелевых месторождений, которые могут разрабатываться рентабельно.

Общие запасы никеля капиталистических и развивающихся стран увеличились с 17,1 млн. т на начало 1951 г. до 95,7 млн. т на начало 1976 г. (рис. 32), в том числе достоверные и вероятные — с 4,8 до 59,3 млн. т. Большая часть этих запасов заключена в месторождениях сульфидных руд Канады, которые увеличились за эти годы с 4,5 до 17,4 млн. т (общие) и с 4,2 до 9,0 млн. т (достоверные и вероятные) и в месторождениях латеритовых руд Новой Кaledонии, соответственно возросших с 10 до 32 и с 0,4 до 26 млн. т. Крупными запасами никеля располагают также Австралия (общие запасы которой увеличились за 10 лет с 0,5 до 9,1 млн. т), Индонезия (соответственно с 1,8 до 9,5 млн. т), Филиппины (с 1,3 до 7,8 млн. т), Греция (с 0,1 до 3,0 млн. т). Темпы роста запасов значительно опережали темпы развития добычи никеля, поэтому возросла общая обеспеченность потребности в этом металле стран капиталистического мира.



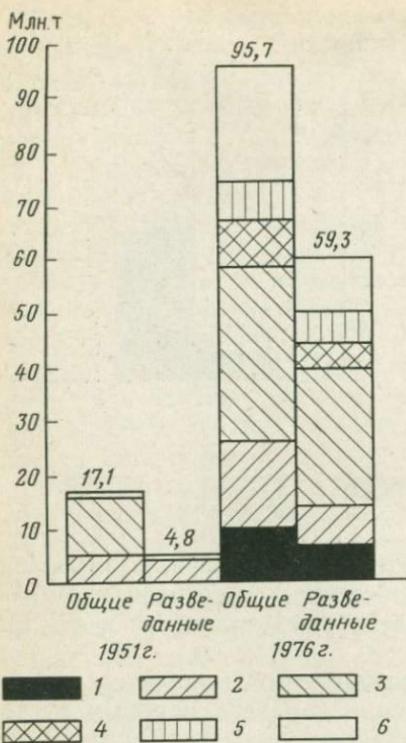


Рис. 32. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов никеля капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — Австралия; 2 — Канада; 3 — Новая Кaledония; 4 — Индонезия; 5 — Филиппины; 6 — прочие страны

Судя по прогнозируемым уровням добычи никеля, к 2000 г. в недрах будет погашено только 25% общих и 42% достоверных и вероятных запасов. При этом подавляющая часть запасов богатых сульфидных медно-никелевых руд, сосредоточенная в Канаде, к 2000 г. будет в значительной части погашена, и если новые аналогичные месторождения не будут выявлены, основой сырьевой базы никелевой промышленности капиталистических и развивающихся стран станут месторождения силикатных руд.

Поскольку основные страны-потребители почти не имеют своих собственных ресурсов никеля, они находятся в полной зависимости от импортируемого сырья и продуктов его переработки. В какой-то мере она может быть в перспективе снижена, если интенсивно проводимые исследования по разработке рентабельной технологии добычи и переработки подводных марганцевых конкреций будут успешно завершены.

В СССР большая часть разведенных запасов никеля сосредоточена в месторождениях сульфидных медно-никелевых руд Кольского полуострова и Красноярского края (Норильский район). Большое значение имеют открытые и разведанные недавно Талнахское и Октябрьское месторождения, сульфидные медно-никелевые руды которых отличаются высоким качеством. Широко распространены месторождения силикатных никелевых руд, сосредоточенные главным образом на Южном Урале и в Западном Казахстане. Силикатные руды этих районов являются комплексным сырьем, содержащим промышленные концентрации кобальта.

Значительными месторождениями богатейших силикатных руд, залегающих непосредственно на поверхности, располагает Куба. Большое количество проявлений сульфидного и силикат-

ного никеля установлено в различных районах Китая. Сравнительно небольшие месторождения силикатно-никелевых руд известны в ГДР, Польше, Чехословакии.

Значительно возросли мировые запасы **кобальта** за рассматриваемый период (1950—1975 гг.). В капиталистических и развивающихся странах общие запасы металла на начало 1976 г. составили 4056 тыс. т (790 тыс. т на начало 1951 г.), из них достоверные и вероятные запасы 1842 тыс. т (300 тыс. т). Большая часть этих запасов сосредоточена в Заире — 1920 тыс. т общих и 900 тыс. т достоверных и вероятных, Замбии — 370 и 250 тыс. т, Новой Кaledонии — 390 и 200 тыс. т, Канаде — 250 и 220 тыс. т и Австралии — 300 и 100 тыс. т (рис. 33). Исходя из прогнозируемых уровней добычи, в 1976—2000 гг. будет погашено в недрах примерно 60% разведанных и 25% общих запасов. Основные потребляющие кобальт капиталистические страны не располагают собственными его ресурсами и, как и в отношении никеля, возлагают большие надежды на возможное промышленное освоение в ближайшем будущем морских подводных месторождений марганцевых конкреций.

В СССР разведанные запасы кобальта увеличились соответственно с ростом разведанных запасов никеля, поскольку основными источниками этого металла являются сульфидные и силикатные никелевые руды. Известны другие геологические типы промышленных месторождений — медно-кобальтовые колчеданного типа и собственно кобальтовые, и хотя они нередко характеризуются высоким содержанием кобальта в рудах, но отличаются сравнительно небольшими размерами и удельный вес их в общесоюзных запасах и добыче незначителен. Крупные запасы кобальта заключены в силикатных никелевых рудах Кубы.

Успешно развивалась минерально-сырьевая база **молибденовой** промышленности. Общие запасы молибдена капиталистических и развивающихся стран увеличились с 1145 тыс. т на начало 1951 г. до 8409 тыс. т на начало 1976 г., соответственно достоверные и вероятные запасы возросли с 1021 до 5361 тыс. т (рис. 34). Основной прирост запасов произошел за счет разведки месторождений молибденсодержащих меднопорфировых руд, широко развитых в США, Чили, Перу, Канаде, а также выявленных и разведенных в последнее время в Иране, Панаме, Мексике, Аргентине, Эквадоре, Пакистане и ряде других стран. В них сосредоточено до 65% всех запасов молибдена. Остальные запасы приходятся на долю нескольких крупных штокверковых месторождений собственно молибденовых руд, разведенных в США, Канаде и Гренландии.

Большая часть (98%) достоверных и вероятных запасов молибдена на начало 1976 г. сосредоточена в Северной и Центральной Америке — 4065 тыс. т, или 76% (в США — 3000 тыс. т, Канаде — 740 тыс. т, Гренландии — 180 тыс. т и Мексике — 145 тыс. т) и 1160 тыс. т, или 22% в Южной Америке (в Чили

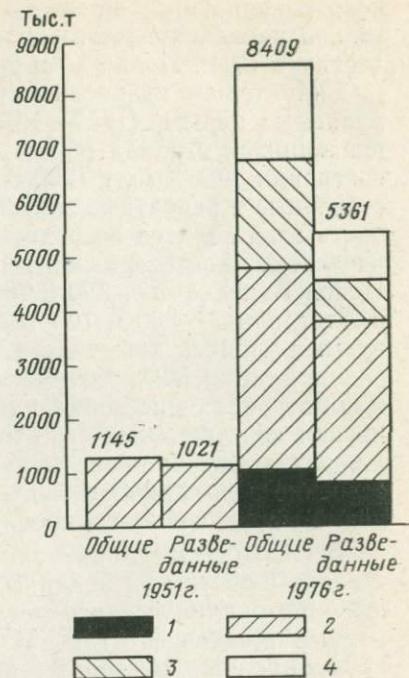
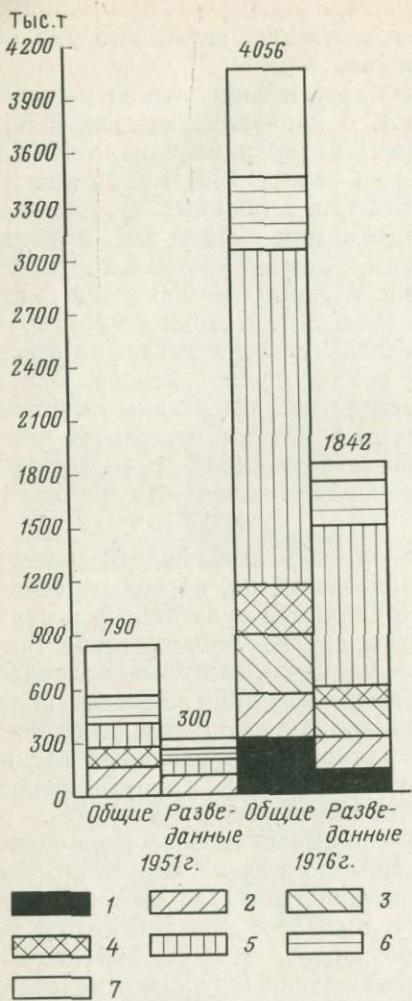


Рис. 34. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов молибдена капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — Канада; 2 — США; 3 — Чили; 4 — прочие страны

Рис. 33. Рост общих и разведенных (достоверных и вероятных) запасов кобальта капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — Австралия; 2 — Канада; 3 — Новая Кaledония; 4 — Индонезия; 5 — Запир; 6 — Замбия; 7 — прочие страны

800 тыс. т и Перу 280 тыс. т). На долю остальных стран приходится только 16 тыс. т, в том числе по 5 тыс. т в Южной Корее и на Филиппинах и по 2 тыс. т в Японии, Норвегии и Турции. Небольшие месторождения молибдена известны в ряде стран Африки и в Австралии, но удельный вес их в запасах и добыче ничтожен. Производство молибдена в концентрате в капиталистических и развивающихся странах в 1980 г., вероятно, не намного превысит рекордный уровень 1974 г. и составит 80 тыс. т.

В дальнейшем оно, по-видимому, будет возрастать примерно на 3% ежегодно в основном за счет переработки меднопорфировых руд. К 2000 г. в недрах будет погашено 3200 тыс. т, или 57% учтенных на 1.I/1976 г. достоверных и вероятных запасов.

Потребность капиталистических стран, кроме США и Канады, и впредь будет полностью удовлетворяться за счет импорта.

В Советском Союзе основные разведанные запасы молибдена заключены в месторождениях Закавказья, Казахстана, Северного Кавказа, Забайкалья и Красноярского края. Для этих месторождений характерны большой масштаб промышленного оруденения и возможность отработки крупными механизированными карьерами.

Значительными запасами молибдена располагает также Китай.

Общие запасы **вольфрама**, учтенные в 27 капиталистических и развивающихся странах, составили 1160 тыс. т WO₃ на начало 1976 г. (329 тыс. т на 1.I.1951 г.) из них достоверные и вероятные 629 тыс. т (110 тыс. т), в том числе соответственно в Канаде 310 и 65, Южной Корее 208 и 150, США 135 и 100, Австралии 80 и 50, Турции 75 и 68, Бирме 40 и 20, Японии 24 и 20, Боливии 50 и 20 и Португалии 31 и 13 тыс. т. WO₃ (рис. 35). Исходя из предполагаемых уровней добычи 30 тыс. т в 1980 г., 35 тыс. т в 1990 г. и 40 тыс. т в 2000 г., общие запасы вольфрама будут почти целиком погашены к 2000 г., а достоверные и вероятные запасы — примерно к 1986 г.

Судя по зарубежной печати, надежные геологические предпосылки для выявления крупных месторождений вольфрама не выявлены, и в дальнейшем можно ожидать широкого вовлечения в эксплуатацию более бедных руд и с менее благоприятными горнотехническими условиями разработки, чем ныне добываемых.

Широко распространены месторождения вольфрама в Советском Союзе. Основные их разведанные запасы сосредоточены в Казахстане, на Кавказе, Приморском крае и в Забайкалье. Крупными запасами вольфрама располагает Китай.

В результате широко проведенных во многих странах геологических исследований, поисковых и разведочных работ в мировой минерально-сырьевой базе цветной металлургии произошли существенные изменения, и темпы роста разведанных запасов большинства руд цветных металлов не отставали от темпов погашения их в недрах в связи с добычей, потерями при добыче и переработке.

По сравнению с 1950 г. достоверные и вероятные запасы бокситов капиталистических и развивающихся стран увеличились в 12 раз, меди — в 4,4 раза, свинца — в 9 раз, цинка — в 7,2 раза, олова — в 1,15 раза; общие запасы сурьмы возросли в 1,6 раза, а ртути — снизились на 3%.

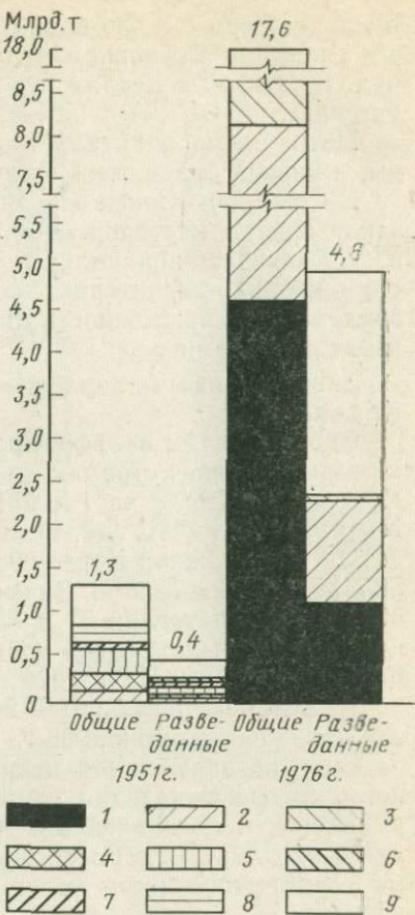
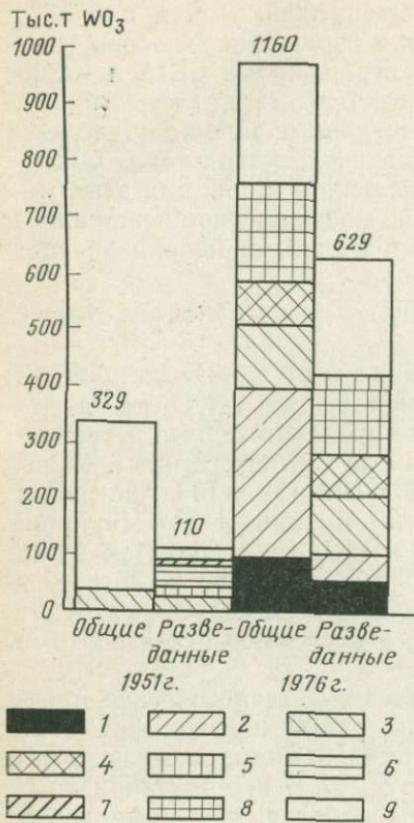


Рис. 35. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов вольфрама капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — Австралия; 2 — Канада; 3 — США;
 4 — Турция; 5 — Боливия; 6 — Бирма;
 7 — Португалия; 8 — Южная Корея; 9 — про-
 чие страны

Рис. 36. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов бокситов капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — Австралия; 2 — Гвинея; 3 — Камерун;
 4 — Бразилия; 5 — Ямайка; 6 — Мали; 7 —
 Суринам; 8 — Индия; 9 — прочие страны

Достоверные и вероятные запасы бокситов увеличились с 400 млн. т на начало 1951 г. до 4819 млн. т на начало 1976 г. (рис. 36). В Африке они достигли 1435 млн. т (Гвинея — 1200, Гана — 65, Заир, Камерун и Сьерра-Леоне — по 50), Австралии и Океании — 1128 млн. т (Австралия — 1100), Южной и Центральной Америке — 1565 млн. т (Бразилия — 900, Ямайка — 300, Суринам — 200, Гайана — 80, Доминиканская республика 60), Азии — 473 млн. т (Индия — 250, Турция — 135), Европе —

181 млн. т (Франция — 70, Греция — 100) и в Северной Америке — 40 млн. т (целиком в США).

Исходя из прогнозируемых уровней добычи, к 2000 г. в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено примерно 3100 млн. т, или только 64% их достоверных и вероятных запасов, учтенных на 1.I/1976 г.

К тому же следует учесть, что месторождения бокситов стран Южного полушария еще недостаточно разведаны и возможные их запасы превышают в несколько раз достоверные и вероятные. Так, общие запасы кондиционных бокситов Австралии оцениваются в 4,6, Гвинеи — в 3,5, Камеруна — в 2,0, Бразилии — в 1,9, Суринама — 0,6, Ямайки — в 1,0, в целом по капиталистическому миру — в 17,6 млрд. т.

По последним данным, в Индии в штате Орисса обнаружено месторождение, запасы которого оцениваются в 1050 млн. т бокситов, содержащих 45—59% глинозема.

Среди основных производителей алюминия только Франция и в незначительной степени США (на 10—15%) обеспечены собственными ресурсами бокситов. Поэтому в последнее время в промышленно развитых странах, особенно в США и Японии, усилились исследования по использованию небокситового высокоглиноземистого сырья — нефелиновых, алунитовых, каолиновых пород и разнообразных глин.

В Советском Союзе помимо известных с 1916 г. сравнительно небольших месторождений Тихвинского района, на базе которых создан первенец алюминиевой промышленности — Волховский алюминиевый завод, в ряде районов страны открыты, разведаны и освоены более крупные и качественные месторождения. Это месторождения Северного и Южного Урала, Северного Казахстана, Архангельской области, Тимано-Печорского района и КМА. Из месторождений небокситового алюминиевого сырья в СССР наиболее известными являются месторождения нефелиновых руд Хибинских и Ловозерских тундр на Кольском полуострове. Месторождения нефелиновых сиенитов выявлены и разведаны также в Восточной Сибири, на Украине, в Закавказье, на Урале, в Средней Азии и Казахстане. Особое значение имеют месторождения Кемеровской области, на базе которых создан Ачинский глиноземный завод. Из нефелиновых руд, наряду с глиноземом, получают высокосортный цемент, кальцинированную соду и поташ.

Месторождения алунитовых пород разведаны в Казахстане, Средней Азии и Закавказье. В качестве алюминиевого сырья могут быть использованы ангренские каолины, а также кианитовые сланцы, широко развитые на Кольском полуострове и в Восточной Сибири.

Крупными ресурсами разнообразного алюминиевого сырья располагает Китай; в его пределах известны многочисленные месторождения, большая часть которых еще не разведана. Ме-

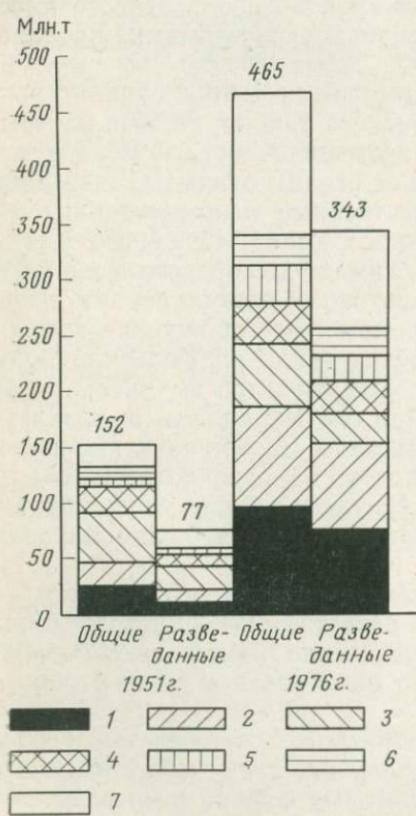
сторождения бокситов разведаны в Венгрии, Югославии и Румынии.

Мировые запасы меди в последнее время возрастили значительно более высокими темпами, чем добыча и потребление этого металла. Основной прирост запасов получен на ранее известных и новых меднорудных месторождениях в связи со значительным снижением кондиций по содержанию в них меди.

В капиталистических и развивающихся странах достоверные и вероятные запасы меди увеличились с 76,9 млн. т на начало 1951 г. до 343 млн. т на начало 1976 г. Они учтены по 43 странам, но большая их часть (77%) заключена в месторождениях шести стран (в млн. т): США — 82, Чили — 78, Замбии — 26, Заира — 19, Канады — 29 и Перу — 26 (рис. 37).

Общие запасы меди, оцениваемые в 465 млн. т, превышают предполагаемый уровень погашения их в недрах в 1975—2000 г. (275 млн. т) на 70%, а достоверные и вероятные запасы — на 20%.

В Советском Союзе разведанные запасы меди сосредоточены преимущественно в месторождениях Урала, Центрального и Восточного Казахстана, Средней Азии и Восточной Сибири.



По размерам запасов особенно выделяются месторождения медистых песчаников Казахстана и Северного Забайкалья, месторождения меднорудных руд Казахстана и Средней Азии и месторождения медно-никелевых руд Норильского района.

Значительные ресурсы меди выявлены в Польше. Промышленные месторождения меди известны в Югославии, Болгарии, ГДР, Румынии, Чехословакии, Китае, на Кубе и в КНДР.

Разведенными месторождениями свинца и цинка располагают 43 капиталистических и развивающихся стран. Общие запасы свинца в этих стра-

Рис. 37. Рост общих и разведенных (достоверных и вероятных) запасов меди капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Чили; 2 — США; 3 — Замбия; 4 — Заир; 5 — Канада; 6 — Перу; 7 — прочие страны

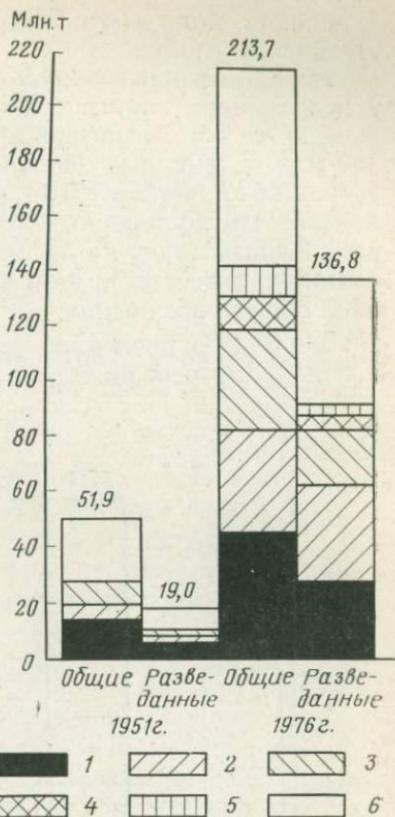
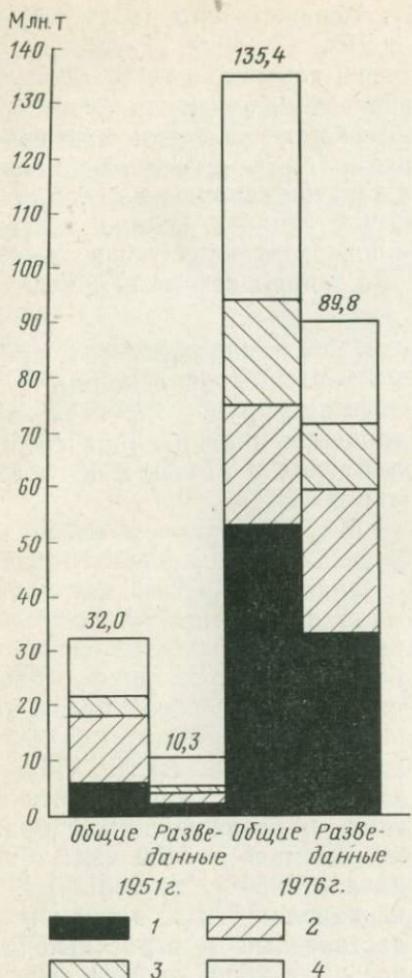


Рис. 39. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов цинка капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — США; 2 — Канада; 3 — Австралия;
 4 — Иран; 5 — ЮАР; 6 — прочие страны

Рис. 38. Рост общих и разведенных (достоверных и вероятных) запасов свинца капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — США; 2 — Австралия; 3 — Канада; 4 — прочие страны

нах увеличились с 32 млн. т на начало 1951 г. до 135,4 млн. т на начало 1976 г. (в том числе достоверные и вероятные — с 10,3 до 89,8 млн. т), цинка — с 51,9 до 213,7 млн. т (с 19 до 136,8 млн. т) (рис. 38 и 39).

Наиболее крупные запасы свинца и цинка сосредоточены в США — 53 и 45 млн. т (в том числе соответственно достоверные и вероятные — 33 и 27 млн. т), Канаде — 14,5 и 37 млн. т (11,6 и 34,9) и Австралии — 22 и 37 млн. т (17 и 21 млн. т). Общие запасы свинца и цинка стран Западной Европы оцениваются в 16 и 30 млн. т (достоверные и вероятные — до 10 и

18 млн. т), Азии — 9 и 25 (5 и 14), Африки — 10 и 18 (4 и 6) и Латинской Америки — 10 и 17 (1 и 10).

Исходя из прогнозируемых уровней добычи за 1976—2000 гг. в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено с учетом потерь при добыче и обогащении примерно 150 млн. т свинца и 180 млн. т цинка, т. е. на 15 млн. т больше учтенных на начало 1976 г. общих запасов свинца и на 60 млн. т больше его достоверных и вероятных запасов. Общие запасы цинка превышают на 34 млн. т прогнозируемое их погашение в недрах, а достоверные и вероятные запасы составляют только 77 % общего погашения.

В СССР в последние годы разведен и подготовлен к промышленному освоению ряд крупных месторождений полиметаллических руд. Значительные запасы свинца и цинка сосредоточены в Польше, Югославии и КНДР.

Мировые запасы олова за последние годы, сравнительно с запасами других металлов, мало изменились, и полученный в большинстве оловодобывающих стран прирост запасов не намного превысил объем извлеченного из недр металла за это время. Общие запасы олова капиталистических и развивающихся стран увеличились с 5100 тыс. т на начало 1951 г. до 6761 тыс. т на начало 1976 г., в том числе достоверные и вероятные запасы — с 2600 до 2984 тыс. т (рис. 40).

Большая часть этих запасов сосредоточена в странах Юго-Восточной Азии — в Индонезии (900 и 700 тыс. т), Малайзии (850 и 600 тыс. т), Таиланде (1220 и 220 тыс. т) и

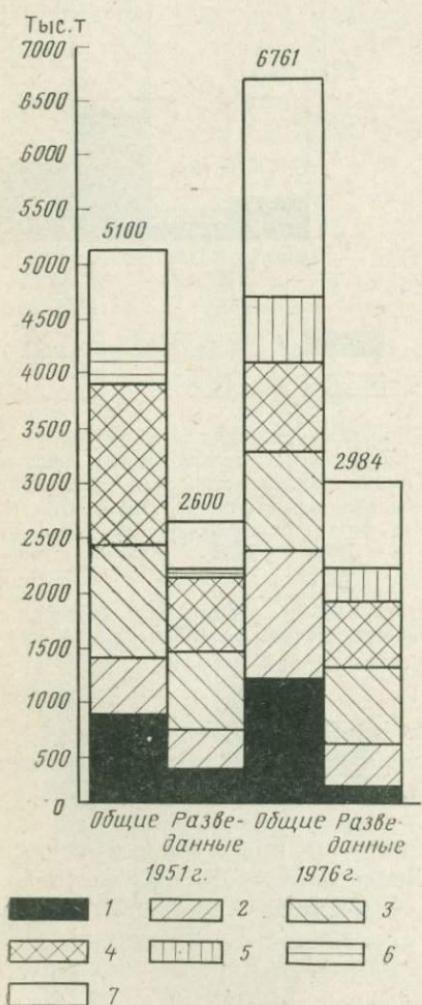


Рис. 40. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов олова капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Таиланд; 2 — Боливия; 3 — Индонезия;
4 — Малайзия; 5 — Бразилия; 6 — Бирма;
7 — прочие страны

Бирме (550 и 50 тыс. т). Крупными запасами олова располагают также Боливия (1150 и 386 тыс. т), Бразилия (600 и 300 тыс. т), Нигерия (280 и 140 тыс. т) и Заир (200 и 70 тыс. т).

Основной прирост запасов произошел за счет доразведки и переоценки запасов известных рудных районов и месторождений, преимущественно путем учета участков более бедных (или труднообогатимых) коренных руд и россыпей, ранее отнесенных к забалансовым. Значительный рост запасов олова получен также за счет разведки подводных морских россыпей в Малайзии, Таиланде и Индонезии, обычно представляющих собой продолжение наземных аллювиальных образований. Из вновь открытых весьма перспективен оловоносный район территории Рondonья в Бразилии, где на большой площади развиты аллювиальные и элювиальные россыпи кассiterита в ассоциации с топазом и цирконом. Содержание кассiterита в элювии достигает 0,5—2 кг/м³, а в аллювиальных отложениях — даже 5—8 кг/м³, но аллювиальные россыпи имеют локальное развитие.

Большой интерес представляет уникальная оловорудная жила, открытая в последние годы в Боливии в департаменте Оруро. Длина ее 2,2 км, содержание олова на отдельных участках достигает 56 %. Исходя из вероятных уровней добычи олова, в недрах капиталистических и развивающихся стран за 1976—2000 гг. будет погашено примерно 6000 тыс. т металла, т. е. почти все учтенные на начало 1976 г. общие запасы, а достоверные и вероятные обеспечивают менее чем на 15 лет общую добычу.

Перспективы выявления новых оловоносных районов и крупных месторождений в большинстве стран представляются весьма ограниченными. Резервом в этом отношении являются лишь мало изученные территории Юго-Восточной Азии, Африки и Латинской Америки. Вероятно, и в дальнейшем развитие сырьевой базы оловодобывающей промышленности будет преимущественно происходить при неизменном снижении требований к качеству руд и горнотехническим условиям их разработки. В известной мере это будет зависеть от уровня цен на олово и успехов технического прогресса в добыче олова и производстве его концентратов. Значительными источниками добычи олова могут служить хвосты обогащения оловянных руд, накопленных в ряде стран в больших количествах. Так, стоимость олова, заключенного в накопившихся хвостах обогащения в Боливии, оценивается в несколько миллиардов долларов.

Основные потребители олова — промышленно развитые капиталистические страны — не располагают собственными ресурсами олова и остаются в полной зависимости от импорта из развивающихся стран.

В Советском Союзе развитие добычи олова в ближайшие годы будет увеличено за счет более полного освоения и расширения мощностей действующих горно-обогатительных предприятий и ускоренного промышленного освоения новых детально

разведанных месторождений, преимущественно штокверковых руд.

Сведения о запасах сурьмы публикуются редко и, судя по разрозненным данным, можно предполагать, что большая часть ее мировых геологических запасов сосредоточена в нескольких странах, главным образом в Китае, Боливии, ЮАР, Мексике и Советском Союзе.

Общие запасы сурьмы капиталистических и развивающихся стран оценивались в 1625 тыс. т на начало 1976 г. (1040 тыс. т на начало 1951 г.), в том числе 340 тыс. т в Боливии, 270 тыс. т в ЮАР, 180 тыс. т в Мексике, примерно по 100 тыс. т в Турции, Таиланде, Перу, США и Австралии, по 60 тыс. т в Канаде и Алжире и по 40 тыс. т в Австралии и Марокко (рис. 41). Достоверные и вероятные запасы сурьмы в зарубежных странах, по-видимому, не намного отличаются от общих запасов, поскольку большинство последних учтено по месторождениям, освоенным промышленностью.

Исходя из прогнозируемых уровней добычи, за 1975—2000 гг. в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено примерно 2000 тыс. т, т. е. на 350 тыс. т больше учтенных общих запасов на начало 1976 г. Однако следует иметь в виду, что ныне учтенные запасы в основном относятся к месторождениям собственно сурьмяных и золото-сурьмяных богатых руд, в которых среднее содержание сурьмы 5—10%.

При вовлечении в разведку месторождений с менее богатыми рудами и худшими горнотехническими условиями запасы сурьмы смогут быть значительно увеличены.

Судя по зарубежной литературе, геологические предпосылки для выявления новых рудных районов или крупных месторождений богатых руд пока не установлены. Поэтому наиболее вероятное разви-

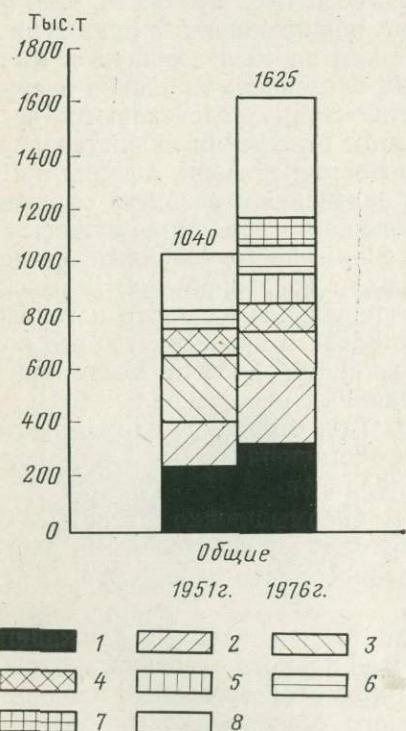


Рис. 41. Рост общих запасов сурьмы капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Боливия; 2 — ЮАР; 3 — Мексика; 4 — Перу; 5 — Турция; 6 — США; 7 — Австралия; 8 — прочие страны

тие минерально-сырьевой базы сурьмяной промышленности капиталистических и развивающихся стран за пределами ближайших лет будет происходить за счет вовлечения в промышленное освоение низкосортных руд, и неизбежно ухудшение технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий.

В ближайшем будущем крупным резервом добычи сурьмы смогут служить рудничные отвалы, разработка которых в ряде мест уже началась. В Мексике, например, на руднике Гуицуко, разрабатывавшимся с 1873 г., только в одном карьере запасы рудничных отвалов составляют 150 тыс. т. В связи с предстоящим ростом выплавки свинца будет соответственно возрастать выпуск сурьмянистого свинца и, кроме того, вероятно, возрастет доля вторичной сурьмы в общем потреблении этого металла.

Имеются перспективы для дальнейшего роста запасов сурьмы и ее добычи в Советском Союзе.

Мировые запасы ртути за последние 25 лет почти не изменились. В основном они заключены в издавна известных месторождениях и рудных районах, в пределах которых прирост разведанных запасов компенсировал лишь погашаемые в недрах запасы в связи с добычей и потерями при добыче.

Результаты проведенных в шестидесятые годы во многих странах интенсивных поисковых и разведочных работ, в связи с резко возросшим спросом на ртуть, оказались мало впечатляющими. Выявленные в Алжире, Турции, Канаде и других странах месторождения характеризуются сравнительно небольшими размерами или небогатыми рудами и не могли способствовать существенному развитию сырьевой базы ртутной промышленности. Не установлены также достаточно обоснованные геологические предпосылки для выявления новых крупных ртутных районов.

Большая часть (70%) общих запасов ртути капиталистических и развивающихся стран, оцениваемых в 442,5 тыс. т на начало 1976 г. (рис. 42), по-прежнему заключена в месторождениях Альмаден в Испании (250 тыс. т) и Монте Амиата в Италии (70 тыс. т). Менее крупными запасами обладают Турция (27 тыс. т), Мексика (24 тыс. т), Алжир (18 тыс. т), США (17 тыс. т) и Канада (14 тыс. т). В других странах известны преимущественно мелкие месторождения, большая часть которых вовлекается в разработку при благоприятной конъюнктуре рынка без предварительной их разведки и оценки запасов.

Значительное снижение спроса на ртуть в последнее время привело к сокращению геологоразведочных работ на этот металл во всех странах. Однако в 1975 г. в зарубежной печати появилось сообщение об открытии в 16 км севернее Альмадена на месте древних выработок месторождения, в рудах которого содержание ртути достигает 37%. Они залегают вблизи поверхности и могут отрабатываться открытым способом.

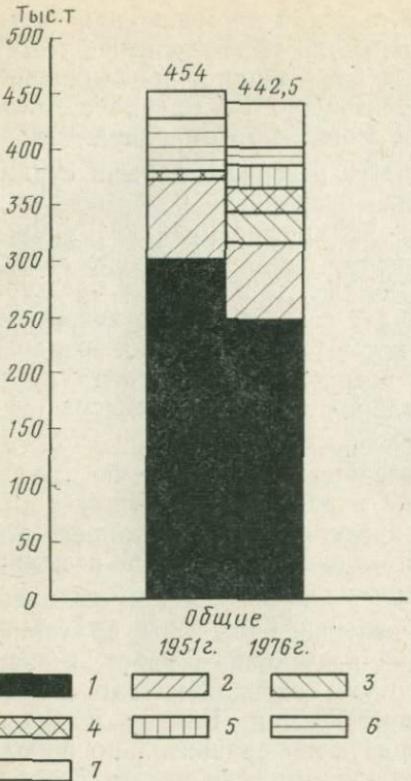


Рис. 42. Рост общих запасов ртути капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Испания; 2 — Италия; 3 — Турция; 4 — Мексика; 5 — Алжир; 6 — США; 7 — прочие страны

Исходя из прогнозных уровней потребления и добычи ртути, до 2000 г. в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено около 160 тыс. т запасов ртути, или только 36% учтенных запасов на начало 1976 г.

Следует отметить, что на Международном ртутном конгрессе в Барселоне (1975 г.) мировые запасы ртути оценивались в 172 тыс. т при цене 9 долл. за 1 кг и в 431,2 тыс. т при цене 30 долл. за 1 кг.

За истекшие 25 лет значительно возросли запасы ряда неметаллических полезных ископаемых. В капиталистиче-

ских и развивающихся странах общие запасы плавикового шпата за эти годы увеличились в 3 раза (достоверные и вероятные — в 3,6 раза), фосфатного сырья — в 3 раза (4,8), калийных солей — в 4 раза (4,8), самородной серы — в 2,1 раза (1,8) и асбеста — в 2,8 раза.

Общие запасы плавиковошпатовых руд, содержащих не менее 35% CaF_2 , в капиталистических и развивающихся странах по ориентировочным оценкам увеличились с 60 млн. т на начало 1951 г. до 182 млн. т на начало 1976 г., в том числе достоверные и вероятные — с 30 млн. т до 108 млн. т (рис. 43).

Большая часть общих запасов и достоверных и вероятных (70%) сосредоточена (в млн. т): в Мексике — 40 и 30, ЮАР — 30 и 5,5, США — 23 и 12,5, Таиланде — 14 и 5, Италии — 13 и 13 и Кении — 9 и 9. Относительно крупными запасами обладают также Испания — 8 млн. т общих и 5 млн. т достоверных и вероятных, Франция — 6 и 5, Великобритания — 5 и 5, Намибия — 7 и 3, Тунис — 5 и 4, Канада — 5,4 и 3,0.

Кроме того, в капиталистических и развивающихся странах учтены запасы руд с содержанием от 14 до 35% CaF_2 , оцениваемые на начало 1976 г. в 245 млн. т. Большая их часть сосредоточена в ЮАР (90 млн. т), США (50 млн. т.), Мексике

Рис. 43. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов плавикового шпата капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Мексика; 2 — ЮАР; 3 — США; 4 — Таиланд; 5 — Италия; 6 — Канада; 7 — прочие страны

(35 млн. т), Великобритании (15 млн. т), Индии (14 млн. т) и Франции (12 млн. т).

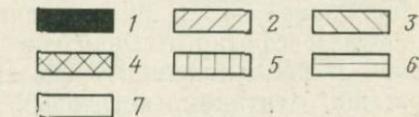
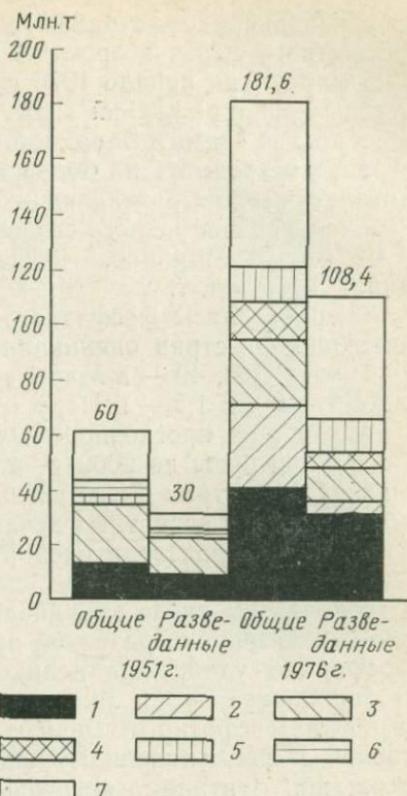
При прогнозируемых уровнях производства концентратов плавикового шпата (130 млн. т за 25 лет) из недр капиталистических и развивающихся стран за эти годы должно быть извлечено примерно 245 млн. т сырых руд, т. е. больше всех учтенных общих запасов богатых и бедных руд.

Перспективы для дальнейшего роста запасов представляются весьма ограниченными в связи с малоутешительными результатами поисковых и разведочных работ, проведенных на плавиковый шпат в последние годы во многих странах. Запасы плавикового шпата увеличились преимущественно за счет их прироста на ранее выявленных месторождениях Мексики, Южно-Африканской Республики, Таиланда и Кении, между тем как ни одного нового крупного месторождения богатых руд не обнаружено.

Быстрыми темпами развивалась сырьевая база социалистических стран, особенно Советского Союза, разведанные запасы которого увеличились с 1961 по 1970 г. в 2,3 раза, преимущественно за счет их прироста на вновь выявленных месторождениях Дальнего Востока, Забайкалья, Казахстана, Средней Азии и Украины.

Высоким качеством плавиковошпатовых руд отличаются месторождения Восточного Забайкалья, которые являются главными поставщиками сырья для черной металлургии. Сходные по условиям формирования и качеству руд месторождения плавикового шпата разведаны и разрабатываются в прилегающих районах Монголии.

Мировые разведанные запасы фосфатного сырья за 1951—1975 гг. увеличились более чем в 4 раза. В капиталистических



и развивающихся странах достоверные и вероятные запасы фосфатного сырья возросли с 5,7 млрд. т на начало 1951 г. до 27,5 млрд. т на начало 1976 г., в основном за счет разведки известных месторождений США и Марокко и новых выявленных в последнее время в Западной Сахаре, Перу и Австралии. В этих странах сосредоточена большая часть (89%) учтенных в 46 капиталистических развивающихся странах достоверных и вероятных запасов фосфатного сырья. На начало 1976 г. они составили в США 10,5, Марокко — 9, Перу — 1,5, Сахаре — 2,2 и Австралии — 1,2 млрд. т.

Общие запасы фосфатного сырья капиталистических и развивающихся стран оценивались в 85,5 млрд. т, в том числе 14,8 — в США, 40 — в Марокко, 10 — в Западной Сахаре, 2,5 — в Австралии и 1,5 — в Перу (рис. 44).

Исходя из прогнозируемых уровней производства товарной фосфатной руды до 2000 г., в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено 3,5 млрд. т, или только 13% достоверных и вероятных запасов и 4% общих запасов. При этом из основных производителей фосфорных удобрений только США обеспечены собственными сырьевыми ресурсами. Остальные страны, в том числе западноевропейские, Япония и Индия, обладающие широко развитой промышленностью по производству фосфорных удобрений, целиком зависят от импортного сырья. В ближайшее время заметно снизится зависимость Канады от импорта фосфатного сырья — в связи с форсированной подготовкой к промышленному освоению месторождения апатитодержащих титаномагнетитовых руд, а также Австралии — в связи с вводом в эксплуатацию месторождений фосфоритов в Квинсленде.

Разведанные запасы фосфатного сырья Советского Союза по сравнению с 1951 г. увеличились почти в 7 раз, и на начало 1976 г. составили 10,3 млрд. т, в том числе 5,4 млрд. т апатитов. Страна не только полностью удовлетворяет свою потребность в сырье, но и является крупным его экспортером. Так, экспорт апатитового концентрата возрос с 2 млн. т в 1958 г. до 5,8 млн. т в 1975 г. Экспортируется также суперфосфат — 492,4 тыс. т в 1975 г.

Разведанные запасы фосфатного сырья других социалистических стран, сосредоточенные в основном в КНР и СРВ, оценивались на начало 1971 г. в 900 млн. т при суммарной добыче в 5 млн. т.

Мировые достоверные и вероятные запасы **калийных солей** в пересчете на K_2O увеличились с 6,7 млрд. т на начало 1951 г. до 22,6 млрд. т на начало 1976 г., в том числе в капиталистических и развивающихся странах — с 3,3 до 15,7 млрд. т. Общие запасы калийных солей в этих странах в пересчете на K_2O на начало 1976 г. оценивались в 31 млрд. т (рис. 45). Они сосредоточены (в млрд. т): в Канаде (25, из них достоверных и веро-

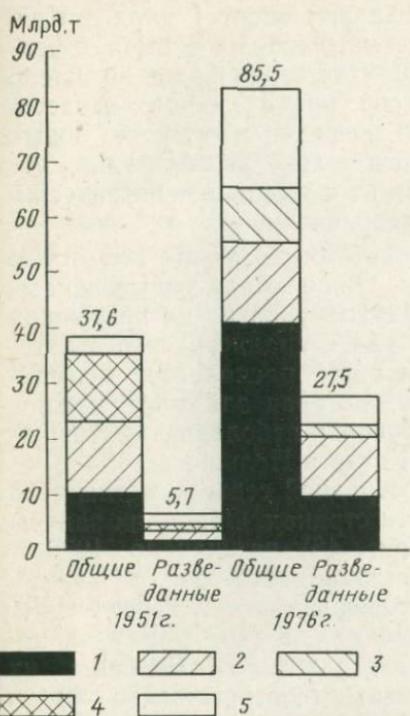


Рис. 44. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов фосфатного сырья капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Марокко; 2 — США; 3 — Западная Сахара; 4 — Тунис; 5 — прочие страны

ятных 12), ФРГ (3,6 и 1,8), Израиле и Иордании (1,1 достоверных запасов в водах Мертвого моря), США (0,9 и 0,4), Франции (0,3 достоверных), Испании (0,19 и 0,09) и Италии (0,035 и 0,01).

Запасы калийных солей капиталистического мира увеличились главным образом за счет разведки месторождений выявленного крупнейшего в мире Саскачеванского бассейна в Канаде, а также открытия месторождений в провинциях Новая Шотландия, Ньюфаундленд и Нью-Брансуик. Месторождения калийных солей открыты при поисковых работах на нефть и газ в ряде других стран — Эфиопии, Великобритании, Австралии, Конго, Тунисе, Марокко, Бразилии. Запасы этих месторождений оцениваются, как правило, всего лишь в десятки миллионов

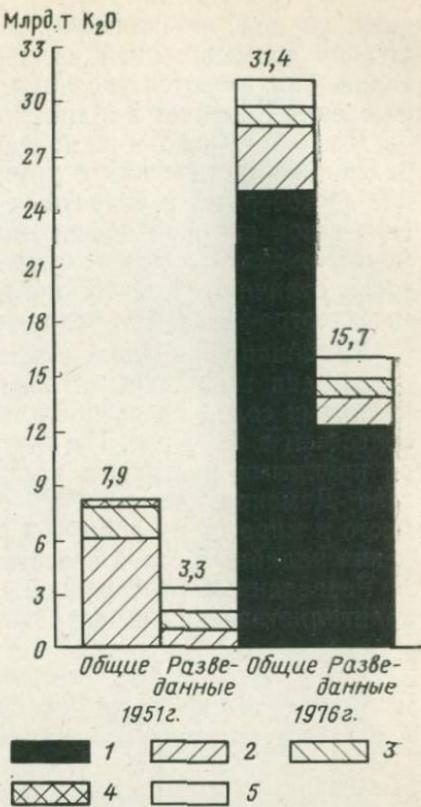


Рис. 45. Рост общих и разведанных (достоверных и вероятных) запасов калийных солей капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Канада; 2 — ФРГ; 3 — Иордания; 4 — США; 5 — прочие страны

тонн, но они, по-видимому, не отражают действительных масштабов промышленной калиеносности соответствующих территорий. Так, имеются указания, что потенциальные запасы месторождения Хемиссет в Марокко составляют около 1 млрд. т K_2O .

До 2000 г., исходя из предполагаемого объема добычи, в недрах капиталистических и развивающихся стран будет погашено 6% достоверных и вероятных запасов, или 3% общих запасов. При такой высокой обеспеченности разведка и освоение новых месторождений будут осуществляться только на тех из них, которые отличаются особо благоприятными технико-экономическими и географическими условиями разработки.

Калийная промышленность Советского Союза полностью обеспечена выявленными запасами. Общие балансовые запасы калийных солей превышают достигнутый уровень их погашения более чем в 1400 раз. Из других стран социалистического лагеря крупными ресурсами калийных солей располагает Германской Демократической Республика, которая занимает важное место в мире по их добыче. Сравнительно небольшие месторождения калийных солей известны в Китае и Польше.

Разведанные месторождения **самородной серы** известны в 30 капиталистических и развивающихся странах. Общие их запасы

(рис. 46) на начало 1976 г. составили 869 млн. т, а достоверные и вероятные — 359,3 млн. т (197 млн. т на начало 1951 г.). Большая их часть (соответственно 84 и 72%) сосредоточена (в млн.т) в Ираке (335 и 83), США (150 и 76), Чили (100), Мексике (80 и 77) и Японии (68 и 31). Основной прирост запасов получен в результате открытия и разведки при содействии советских специалистов крупнейшего в мире месторождения самородной серы в Ираке. Общие запасы самородной серы превышают предполага-

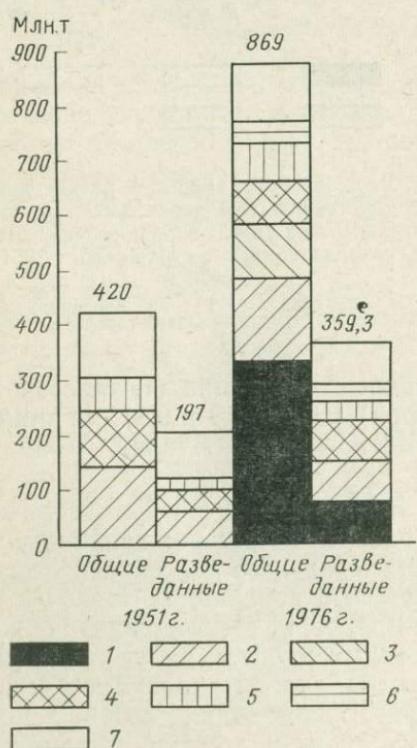
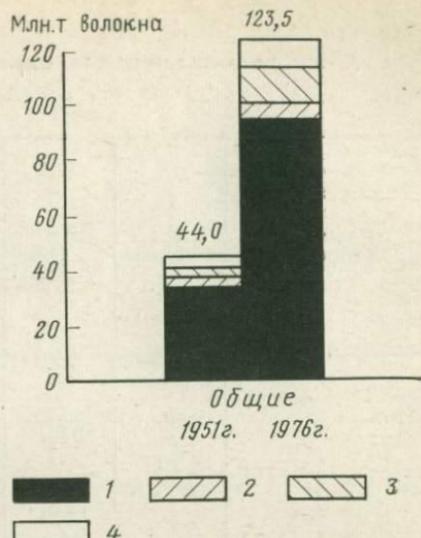


Рис. 46. Рост общих и разведенных (достоверных и вероятных) запасов самородной серы капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.

1 — Ирак; 2 — США; 3 — Чили; 4 — Мексика; 5 — Япония; 6 — Италия; 7 — прочие страны

Рис. 47. Рост общих запасов хризотил-асбеста капиталистических и развивающихся стран за 1951—1976 гг.
 1 — Канада; 2 — США; 3 — Родезия; 4 — прочие страны



мое их погашение за период 1976—2000 гг. (360 млн. т) в 2,4 раза при полном погашении достоверных и вероятных запасов.

Из социалистических стран самородная сера имеется в Советском Союзе и Польше.

Общие мировые запасы хризотил-асбеста увеличились с 70 млн. т на начало 1951 г. до 323 млн. т на начало 1976 г.,

в том числе в Советском Союзе с 25 до 192 млн. т и в капиталистических и развивающихся странах — с 44 до 23,5 млн. т (рис. 47). Они учтены по 17 странам, но основная их часть (89%) сосредоточена в Канаде (95 млн. т) и Родезии (11 млн. т). В остальных странах запасы исчисляются первыми миллионами или сотнями тысяч тонн.

Запасы амозита, целиком заключенные в месторождениях ЮАР, оцениваются в 1000 тыс. т, а крокидолита — 1267 тыс. т, в том числе 750 тыс. т в ЮАР, 490 тыс. т в Австралии и 27 тыс. т в Боливии.

Исходя из прогнозируемых уровней добычи хризотил-асбеста, в недрах капиталистических и развивающихся стран за 1976—2000 гг. будет погашено примерно 50 млн. т, или 42% учтенных на начало 1976 г. общих запасов.

Как видно из приведенных данных, хотя за истекшие 25 лет из недр капиталистических и развивающихся стран извлечено огромное количество минерального сырья, кратность разведанных запасов к достигнутому уровню его добычи не только не снизилась, но по многим полезным ископаемым даже увеличилась (табл. 9). Разведанные в этих странах общие запасы угля, хромитов, фосфатного сырья, калийных солей, железных руд, никеля, кобальта, ртути, самородной серы и асбеста обеспечивают ожидаемую потребность в них на многие годы за пределами текущего столетия. До 2000 г. обеспечивается потребность капиталистических и развивающихся стран достоверными и вероятными запасами нефти, природного газа, молибдена, бокситов и меди. Достоверные и вероятные запасы остальных полез-

Таблица 9

**Сопоставление запасов* важнейших полезных ископаемых
1951 и 1976 гг. с добычей**
(в числителе — общие запасы,

Полезные ископаемые	Ед. измерения	Запасы на 1.1. 1951 г.	Добыча за 1950 г.	Кратность запасов к добыче	Погашение запасов за 1950—1974 гг.	Запасы на 1.1. 1976 г.
Нефть	млн. т	— 9791	479	— 20	29 550	— 75 396
Газ	млрд. м ³	— 12 571	187	— 67	17 350	— 40 410
Уголь	млрд. т	2536 752	1,2	2113 627	41	1520 607
Уран (U_3O_8)	тыс. т	Сведений нет		589	— 1010	
Железные руды	млрд. т	68 31	0,2	340 155	10,6	243 87
Марганцевые руды	млн. т	174 86	3,5	50 25	225	1146 543
Хромиты	"	228 —	1,6	142 —	88	1224 —
Никель	"	17,1 4,8	0,12	142 40	10,3	96 59
Кобальт	тыс. т	790 300	7,0	113 43	562	4056 1842
Вольфрам (WO_3)	"	329 110	10,2	32 11	618	1160 629
Молибден	"	1145 1021	14	82 73	1 310	8409 5361
Бокситы	млн. т	1300 400	6,8	191 59	825	17 576 4819
Медь	"	152 77	2,2	69 35	125	465 343

* Используемого газа, товарной железной, марганцевой, хромитовой, плавиково урана (U_3O_8) по содержанию в концентрате, никеля, кобальта, меди, свинца, цинка, лургическом переделе или на металле в концентрате.

капиталистических и развивающихся стран на начало
за 1950, 1974 и 2000 гг.
(в знаменателе — достоверные и вероятные)

Потребный прирост достоверных и вероятных запасов для обеспечения	добычи в 1976—2000 гг.	30-кратного превышения запасов над уровнем погашения 2000 г.					
			Добыча за 1974 г.	Кратность запасов к добыче 1974 г.	Погашение запасов за 1976—2000 гг.	Кратность запасов к погашению 1976—2000 гг.	Предполагаемая добыча 2000 г.
2334	— 32	65 000 — 1,2	3500	—	100 000		
981	— 41	32 500 — 1,2	1500	—	37 000		
1,3	1166 467	75 — 20,2 8,1	2400	—	—		
23	— 44	1 800 — 0,42	160	1400	3 800		
0,58	419 150	25 — 9,7 3,5	1000	—	—		
13,5	85 40	700 — 1,6 0,77	23	200	1 050		
4,6	364 —	200 — 6,1 —	6,5	—	—		
0,56	171 105	22 — 4,4 2,7	0,95	—	—		
25	156 71	1 000 — 4,0 1,8	45	—	—		
25	46 25	1 200 — 0,97 0,52	40	600	2 100		
73	115 73	3 200 — 2,6 1,7	150	—	3 200		
69	258 71	3 100 — 5,7 1,5	150	—	3 200		
6	77 57	275 — 1,7 1,2	10	—	300		

шпатовой, фосфатной и калийной (K_2O) руды, молибдена, вольфрама (WO_3), олова и ртути в пересчете на извлекаемый металл с учетом потерь при обогащении и метал-

Полезные ископаемые	Ед. измерения	Запасы на 1.1 1951 г.	Добыча за 1950 г.	Кратность запасов к добыче	Погашение запасов за 1950—1974 гг.	Запасы на 1.1. 1976 г.
Свинец	млн. т	<u>32</u> 10	1,4	<u>23</u> 7	68	<u>135</u> 90
Цинк	"	<u>52</u> 19	1,8	<u>27</u> 10	107	<u>214</u> 137
Олово	тыс. т	<u>5100</u> 2600	164	<u>31</u> 16	4800	<u>6761</u> 2984
Ртуть	"	<u>454</u> —	4,4	<u>103</u> —	169	<u>442</u> —
Сурьма	млн. т	<u>1040</u> —	35	<u>30</u> —	1030	<u>1625</u> —
Фосфатное сырье	"	<u>37 600</u> 5700	20	<u>1880</u> 285	1240	<u>85 519</u> 27 473
Калийные соли (K_2O)	"	<u>7900</u> 3300	4,1	<u>1927</u> 805	40	<u>31 400</u> 15 700
Плавиковый шпат	"	<u>60</u> 30	0,68	<u>88</u> 34	60	<u>182</u> 108
Самородная сера	"	<u>420</u> 197	5,7	<u>74</u> 35	281	<u>869</u> 359
Асбест	"	<u>44</u> —	1,1	<u>44</u> —	38	<u>123</u> —

ных ископаемых будут, по-видимому, в основном погашены до конца текущего столетия. Однако имеются весьма обоснованные перспективы выявления новых месторождений этих полезных ископаемых, особенно если учесть, что многие территории мира, например, в Юго-Восточной Азии, Латинской Америке, Африке и Океании, в геологическом отношении остаются почти неизученными, и что даже в сравнительно хорошо геологически изученных районах могут быть открыты не только крупные месторождения полезных ископаемых, но и новые рудные районы. Например, недавно в США выявлены свинцовый пояс Нью-Миссouri, запасы которого оцениваются в 1 млрд. т руды, содержащей 30 млн. т свинца, а также крупнейшее молибденовое ме-

Продолжение табл. 9

Добыча за 1974 г.	Кратность запасов к добыче 1974 г.	Погашение запасов за 1976— 2000 гг.	Кратность запасов к погашению 1976—2000 гг.	Предпо- лагаемая добыча 2000 г.	Потребный прирост достоверных и вероятных запасов для обеспечения	
					добычи в 1976—2000 гг.	30-кратного превышения запасов над уровнем погашения 2000 г.
2,4	<u>56</u> 38	150	<u>0,9</u> 0,6	5,0	60	250
4,4	<u>49</u> 31	180	<u>1,2</u> 0,76	7	40	310
181	<u>37</u> 16	6000	<u>1,1</u> 0,47	210	3000	1000
5,5	<u>80</u> —	160	<u>2,8</u> —	5—6	—	—
52	<u>32</u> —	2000	<u>0,8</u> —	65	350	2450
84	<u>985</u> 323	3500	<u>24</u> 7,8	140	—	—
13,9	<u>2259</u> 1129	1000	<u>31</u> 15,7	30	—	—
3,6	<u>48</u> 28	240	<u>0,75</u> 0,45	7,0	80	385
11,7	<u>79</u> 33	360	<u>2,4</u> 1,0	17	—	—
2,7	<u>45</u> —	50	<u>2,4</u> —	4,2	—	—

сторожение Гендерсон, руды которого обнаружены на глубине 600 м, в Ирландии — месторождения полиметаллических руд, в Австралии — месторождения сульфидных и силикатных никелевых руд, в акватории Нидерландов — огромный бассейн природного газа.

При сравнительно удовлетворительной общей обеспеченности потребности капиталистических и развивающихся стран в различных видах минерального сырья разведанными и прогнозными их запасами последние распределены крайне неравномерно. По каждому полезному ископаемому выделяется ограниченная группа стран, в месторождениях которой сосредоточена большая часть выявленных запасов.

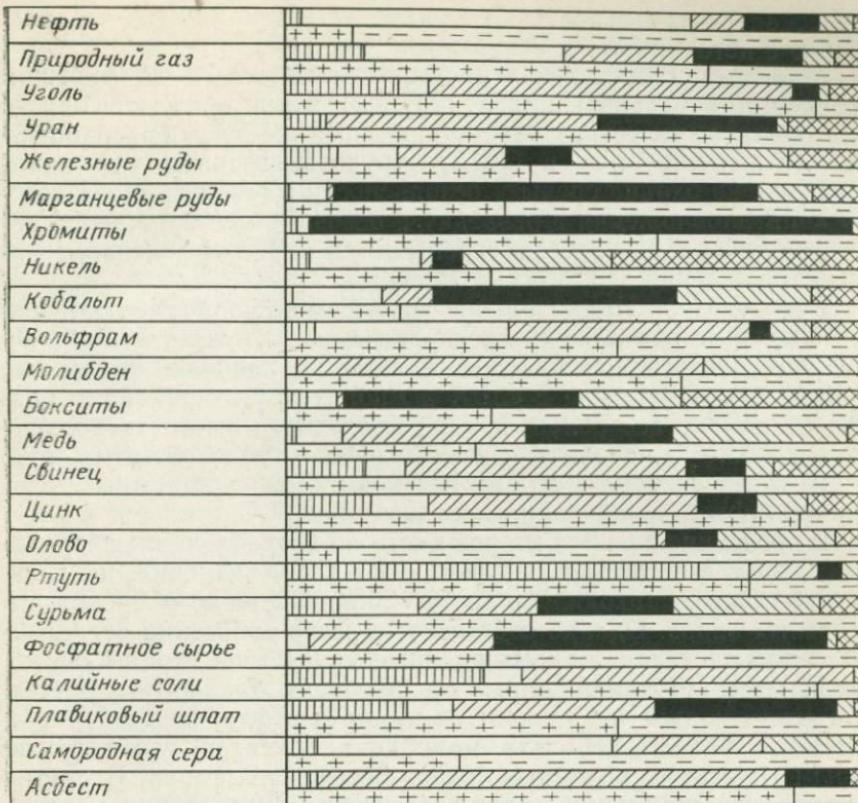
Кроме Советского Союза ни одна промышленно развитая страна не может обеспечить свою потребность в минеральном сырье за счет собственных ресурсов и в полной или значительной мере зависит от импорта сырья и продуктов его переработки. Большая часть потребляемого минерального сырья в несоциалистическом мире приходится на шесть ведущих капиталистических стран — США, Японию, ФРГ, Великобританию, Францию и Италию, которые, за исключением США, занимают весьма скромное место в суммарных запасах и добыче минерального сырья в капиталистических и развивающихся странах (рис. 48).

По данным годового отчета Министерства внутренних дел США за 1975 г. из более чем 90 используемых в США видов минерального сырья импортируются 44. В 1971 г. в США ввезено 223 млн. т нефти и нефтепродуктов на сумму 3,4 млрд. долл., 21 млрд. м³ газа на сумму 0,3 млрд. долл., 63 млн. т железных руд, чугуна и стали общей стоимостью 3,2 млрд. долл., 14 млн. т бокситов, 3 млн. т глинозема и 0,7 млн. т алюминия на общую сумму 0,6 млрд. долл. Стоимость добытого в стране минерального сырья оценивалась примерно в 30 млрд. долл., а стоимость привозного сырья возросла с 2 млрд. долл. в 1950 г. до 10 млрд. долл. в 1971 г. Переработано вторичного сырья на 2 млрд. долл. Добыча природного газа в стране утроилась, а нефти — удвоилась, доля импортируемых нефти и нефтепродуктов (включая сжиженный газ) в общем их потреблении увеличилась с 14 до 24%.

Предполагается, что к 2000 г. спрос в США на полезные ископаемые и продукты их переработки достигнет 11 млрд. т сырья общей стоимостью 117 млрд. долл. В суммарном потреблении доля металлов составит 43% (36% в 1971 г.) и неметаллов — 11% (8% в 1971 г.).

В 1974 г. общее потребление минерального сырья и продуктов его переработки в США превысило 4 млрд. т. При этом удельный вес в общем потреблении импортного сырья для стронция и ниобия составил 100, слюды (крупнокристаллической) — 99, кобальта и марганца — 98, хрома — 96, tantala и алюминия — 88, асбеста — 87, металлов платиновой группы, олова, плавикового шпата — 86, ртути — 82, висмута — 81, никеля — 73, золота — 69, серебра — 68, селена — 63, цинка — 61, вольфрама — 60, поташа — 58, кадмия — 53, сурьмы — 46, теллура — 41, барита — 40, гипса — 37, нефти — 35, железных руд — 23, свинца — 21, меди — 18, солей — 7, цемента и природного газа — 4. Стоимость импортируемой минеральной продукции превысила на 24 млрд. долл. стоимость ее экспорта. Полагают, что такое положение сохранится и в ближайшие годы.

Рассчитывали, что в 1985 г. потребность США в импорте минерального сырья и продуктов его переработки в стоимостном выражении достигнет 31 млрд. долл. и в 2000 г. — 64 млрд. долл.,



0 10 20 30 %

Рис. 48. Размещение общих запасов (на начало 1976 г.) важнейших полезных ископаемых капиталистических и развивающихся стран.

1 — Европа; 2 — Азия; 3 — Северная Америка; 4 — Южная Америка; 5 — Африка; 6 — Австралия и Океания; 7 — капиталистические страны; 8 — развивающиеся страны

в том числе энергетического сырья соответственно 14 и 22 млрд. долл., руд, концентратов и металлов — 16 и 36 млрд. долл. и неметаллических полезных ископаемых — 1 и 6 млрд. долл. Эти расчеты основывались на ценах, существовавших до 1974 г., и нуждаются в существенных коррективах в связи с резко возросшими номиналами на нефть, газ и другие виды минеральной продукции.

Полагают, что к 2000 г. США будут полностью зависеть от импорта по 12 видам, более чем на 75% по 19 видам, на 50% и более — по 26 видам минерального сырья. Главные причины роста зависимости — истощение собственных ресурсов и эконо-

мическая рентабельность их добычи в пределах США по сравнению с источниками в зарубежных странах.

Многие месторождения полезных ископаемых за рубежом (особенно в развивающихся странах) характеризуются более благоприятными технико-экономическими условиями разработки, чем эксплуатируемые в США,— трудовые затраты там ниже, а законы по охране среды и безопасности менее строгие. Поэтому капиталовложения в разведку и освоение месторождений полезных ископаемых внутри страны стали менее эффективны, чем в месторождения зарубежных стран.

Руководитель Национальной комиссии по вопросам политики в области сырья Дж. Байд справедливо отмечает: «Мы уже освоили или осваиваем самые богатые и наиболее доступные рудные месторождения в США и многих других районах мира. Теперь нам во все большей мере приходится смотреть дальше, рыть глубже и находить способы добычи менее богатых руд. А это будет связано с огромными капиталовложениями и удлинением сроков организации производства».

В последние годы на второе место по потреблению минерального сырья в капиталистическом мире вышла Япония, на долю которой ранее приходилось до 10—20% общего потребления его основных видов. Однако собственные ресурсы Японии ограничены, а это заставляет промышленные круги этой страны искать стабильные источники сырья за рубежом. Япония полностью или почти полностью зависит от импорта нефти, железных руд, хромитов, никеля, кобальта, молибдена, бокситов, олова, ртути, сурьмы, алмазов, калийных солей, фосфатного сырья. В страну ввозится значительное количество меди, цинка, свинца, марганцевых руд, вольфрама, асбеста, плавикового шпата, угля.

Капиталистические страны Европы за счет собственных ресурсов могут полностью удовлетворить потребности лишь по немногим из основных видов минерального сырья: по углю, железным рудам, ртути, калийным солям и плавиковому шпату. В полной зависимости находятся эти страны от импорта таких важнейших видов минерального сырья, как нефть, марганцевая руда, хромиты, никель, олово, вольфрам, молибден, алмазы; дефицитный характер имеет и баланс запасов Европы по основным цветным металлам, особенно по меди.

Крупным потребителем минерального сырья является ФРГ. За счет собственного сырья страна обеспечивает полностью свои потребности только в угле и калийных солях, и лишь частично — в природном газе, плавиковом шпата, цинке и свинце. Остальные виды минерального сырья ФРГ почти полностью импортирует.

По уровню потребления минерального сырья Великобритания, Франция и Италия уступают США, Японии и ФРГ. Великобритания за счет собственного сырья полностью обеспечивает свои потребности в природном газе, угле и плавиковом шпата и

рассчитывает в ближайшем будущем обеспечивать свою потребность в нефти; страна частично ввозит железную руду, олово, серу. Потребление остальных видов минерального сырья полностью зависит от импорта. Франция удовлетворяет свои потребности за счет собственной добычи железных руд, бокситов, калийных солей, плавикового шпата, серы; частично ввозит природный газ, уголь, свинец, цинк и полностью зависит от импорта остальных полезных ископаемых. Потребление минерального сырья Канадой, Австралией и ЮАР сравнительно невелико. Эти страны все больше становятся экспортёрами полезных ископаемых и продуктов их переработки.

В Советском Союзе, хотя за истекшие 25 лет добыто большое количество разнообразного минерального сырья, разведанные запасы в результате успешно проведенных геологоразведочных работ значительно возросли по сравнению с состоянием их на 1.I 1951 г. Только за истекшее пятилетие (1971—1975 гг.) открыто более 2200 месторождений различных полезных ископаемых, в том числе 130 нефти и газа. За эти годы разведанные запасы природного газа и фосфоритов увеличились более чем в 1,5 раза, никеля и сурьмы — в 1,4 раза. Значительно возросли запасы свинца, цинка, меди, бокситов, олова, вольфрама, апатитов и других полезных ископаемых.

При весьма высокой обеспеченности общими разведенными запасами ближайших потребностей народного хозяйства в минерально-сырьевой базе страны имеется и ряд недостатков, основные из них — неравномерное географическое размещение разведенных месторождений, иногда качество сырья и технико-экономические условия их разработки.

В целях обеспечения ускоренного роста добычи и потребления минерального сырья и продуктов его переработки в решениях XXV съезда КПСС подчеркнута необходимость дальнейшего увеличения минерально-сырьевых ресурсов, в первую очередь в районах действующих горнодобывающих предприятий и вновь осваиваемых районах страны и предусмотрено значительное расширение геологоразведочных работ, повышение их экономической эффективности и качества подготовки запасов полезных ископаемых, опережение роста разведенных запасов минерального сырья по сравнению с темпами развития добывающих отраслей промышленности.

В этой связи основными задачами геологоразведочных работ являются:

— ускорение выявления и разведки новых месторождений нефти, природного газа и конденсата прежде всего в Западной Сибири — в Среднем Приобье и на севере Тюменской области, в Восточной Сибири, Коми АССР, в Архангельской области, Средней Азии, Якутской АССР и Казахской ССР (Прикаспийская впадина);

- обеспечение подготовки дополнительных разведанных запасов нефти и газа в районах разрабатываемых месторождений в европейской части страны;
- широкое развитие геологоразведочных работ в шельфовых зонах морей и океанов, в первую очередь на нефть и природный газ;
- ускоренное развитие сырьевой базы цветной металлургии;
- усиление разведки месторождений коксующихся и энергетических углей, особенно в европейской части СССР, богатых и легкообогатимых руд для черной и цветной металлургии и производства минеральных удобрений, а также подземных вод.

В соответствии с намечаемым развитием производительных сил в большом масштабе будут проводиться геологоразведочные работы в восточных районах страны; значительно будут усилены геологоразведочные и научно-исследовательские работы по комплексному развитию производительных сил в зоне, тяготеющей к Байкало-Амурской магистрали, где предусматривается освоение природных ресурсов по мере завершения строительства отдельных ее участков.

В результате дальнейшего роста потребления полезных ископаемых за 1976—2000 гг. будет погашена большая часть разведенных запасов, для чего потребуется значительный их прирост. На 1976—1990 гг. он определяется из расчета, что разведанные запасы к концу прогнозируемого периода (2000 г.) должны обеспечить на необходимый срок все действующие, строящиеся и проектируемые горнодобывающие предприятия с учетом сроков их строительства и ввода в действие. В свете этих задач важнейшее значение приобретает ускорение научно-технического прогресса в производстве геологоразведочных работ, дальнейшее совершенствование методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, повышение достоверности научного прогноза с целью выявления перспективных районов и площадей. Основные усилия должны быть направлены на повышение экономической эффективности геологоразведочных работ и технико-экономических показателей отраслей добывающей промышленности путем преимущественного выявления и вовлечения в разведку крупных месторождений с благоприятными горнотехническими условиями разработки.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС
В ОБЛАСТИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

Рост объемов геологоразведочных работ во всем мире сопровождался ускоренным развитием техники и технологии их производства. Успешно развивалась геологическая наука и разрешались важнейшие научно-технические проблемы, способствовавшие развитию мировой минерально-сырьевой базы.

В последнее время утвердились некоторые принципиально новые представления о глубинной тектонике и ее связи с металлогенией и подверглась критике классическая концепция геосинклинального геотектонического цикла. Металлогенический анализ проводился ранее в связи с эволюцией подвижных зон, возникающих на активных окраинах континентов при взаимодействии литосферных плит. При этом считалось, что «зоны поглощения океанической коры», находящиеся на стыке плит с континентальной и океанической корой, а также плит островных дуг с океанической корой, приводят к возникновению наиболее важных эндогенных месторождений, располагающихся при этомazonально в отношении к континентальным окраинам. Как установлено, все эти гипотезы нуждаются в более обстоятельных обоснованиях.

В Советском Союзе в результате проведенных планомерных региональных работ, а также научных исследований во всех областях геологической науки достигнуты заметные успехи в знании геологического строения территории страны, закономерностей формирования и размещения месторождений полезных ископаемых во времени и пространстве. Установлены основные эпохи образования промышленных месторождений различных видов минерального сырья, определены критерии их связи с эндогенными и осадочными комплексами, изучены закономерности изменений продуктивных формаций в общей истории развития земной коры.

Проводятся прогнозные работы, основанные на учете геологических особенностей территории, анализе взаимосвязи элементов тектоники, магматизма, литогенеза, палеогеографии и минерагении, а также данных по изученности и опоискованности отдельных площадей, результатах шлихового опробования, геохимических, геофизических и аэрогеологических исследований. Определены и научно обоснованы поисковые критерии для различных генетических и промышленных типов месторождений применительно к определенным нефтегазоносным, угленосным и рудным районам. Усовершенствовалась методика производства

региональных геологических исследований; геологическое картирование и региональное опоискование значительных площадей проводится с предварительным составлением фотогеологической основы или с использованием имеющихся аэрофотоснимков. Разрабатываются и внедряются новые дистанционные методы исследования и способы изучения геологического строения и вещества на глубине. Развивается использование радарной съемки, аэроэлектроразведки, аэрогравиразведки, высотных и космических аэрофотосъемок и возрастает использование аэрогеохимической съемки.

Широкое внедрение геофизических и геохимических (воздушных и наземных) методов для расшифровки геологического строения картируемых районов позволило резко сократить картировочное бурение или полностью отказаться от него. Аэрогеофизическими съемками в комплексе с магнитометрическими и радиометрическими исследованиями решаются задачи прямых поисков магнитных и радиоактивных объектов, крупных тел с повышенной электропроводностью, а также устанавливаются структурные особенности изучаемой территории.

Большой геологический и экономический эффект получен в результате замены полистной геологической съемки — групповой, особенно при использовании материалов различных дистанционных методов, — мелкомасштабных аэросъемок, космических и радиолокационных съемок, а также аэрофотометодов.

В области научного прогноза минеральных ресурсов советская геологическая наука является пионером. Геологические, литолого-палеогеографические, тектонические, металлогенические и другие карты отечественного производства получили широкое признание на международных геологических конгрессах. Успехи в познании закономерностей в формировании и размещении месторождений полезных ископаемых, разработке геологически обоснованных критериев и эффективных методов их выявления способствовали открытию Тюменской и Якутской нефтегазоносных провинций, золотоносных районов в Средней Азии и на Северо-Востоке, залежей медно-никелевых руд в Норильском районе, меднорудной провинции на Южном Урале, месторождений олова и вольфрама на Дальнем Востоке, молибдена и полиметаллов в Восточной Сибири и Казахстане, многочисленных месторождений пресных, лечебных и технических подземных вод в различных районах страны.

Эти и другие результаты в развитии минерально-сырьевой базы страны свидетельствуют о возросшем уровне научного прогнозирования и научных основ поисков месторождений, а также обоснования перспективных районов для их направления. Существенно повысилась и степень достоверности количественной оценки прогнозных запасов и их географического размещения.

Разработаны и усовершенствованы методы поисков, разведки и оценки месторождений важнейших полезных ископаемых, основанные преимущественно на широком применении разнообразных геофизических, геохимических и аэрогеологических методов и их наиболее рационального комплексирования.

Важнейшее значение в поисках месторождений полезных ископаемых приобрели геофизические методы, сыгравшие решающую роль в открытии и разведке многочисленных месторождений черных, цветных и редких металлов, нефти, газа и угля. Они широко используются также для обнаружения новых продуктивных залежей в пределах известных месторождений, уточнения их размеров и условий залегания, изучения морфологии погребенных россыпей, зон многолетней мерзлоты, определения мощности вскрытых пород и решения многих других геологических задач с минимальными объемами горнопроходческих и буровых работ.

Стремительно расширяет арсенал своих методов и существенно увеличивает их производительность и точность геофизика; очевиден прогресс и в разнообразии решаемых при этом задач.

Каротаж разрезов буровых скважин стал одним из основных методов фиксации угольных пластов и их сопоставления, а также уточнения стратиграфии вмещающих пород. Широкое развитие получила нефтяная геофизика, которая по объему затрат превышает 20% общего объема всех геологоразведочных работ на нефть и газ, включая средства по госбюджету и капитальным вложениям.

Доминирующее положение в общем комплексе геофизических исследований на нефть и газ занимает сейсморазведка, дальнейшее совершенствование которой основано на совместном использовании поперечных и продольных волн, получении отражения с больших глубин, устраниении помех и применении невзрывных источников сейсмических волн. Возрастают объемы морских сейсморазведочных работ. Широко внедрена в сейсморазведке магнитная запись.

В результате технического переоснащения повысилась точность гравиразведки, используемой совместно с радиометрией для прогнозирования площадей, перспективных для поисков локальных поднятий. Значительный экономический эффект может быть получен при использовании детальной гравиразведки в комплексе с сейсморазведкой для подготовки локальных структур на участках с благоприятными геологическими условиями.

Высокой информативностью характеризуется скважинный геобакустический метод, применяемый при решении важнейших геологотехнических задач, возникающих при разведке месторождений нефти и газа.

Повышению эффективности поисковых работ на нефть и газ способствовала разработка новых методов выявления продуктивных пологих платформенных, глубокозалегающих и сложно-

построенных структур (литологических и стратиграфических ловушек, экранированных залежей и т. д.), а также поисков подводных месторождений нефти и газа.

На Сибирской платформе с помощью сравнительно нового для структурной электроразведки метода зондирования становления поля в ближней точке (ЗСБЗ) выявляются зоны коллекторов, насыщенных минерализованными водами и водо-газонефтяные контакты. В Восточном Туркменистане газометрическое картирование приповерхностных горизонтов в неглубоких (до 500 м) скважинах позволило выявить газовую залежь на глубине 2495 м (месторождение Восточный Даулетабад).

Усовершенствовалась техника и технология производства геофизических работ и для поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. Ведущую роль при этом играет электроразведка, использующая свыше 40 методов и модификаций, основанных на изучении постоянных и переменных электромагнитных полей, естественных и искусственно вызванных электромагнитных полей, пьезо- и сейсмоэлектрических эффектов.

Широко используются для выявления рудных зон и залежей односамолетные методы электроразведки: дипольное индуктивное профилирование, радиокип на сверхдлинных волнах и др.

В возрастающих объемах используются сейсмические исследования на разных стадиях геологоразведочных работ в рудных и угленосных районах. Наряду с сейсморазведкой на преломленных волнах внедряется сейсморазведка на отраженных волнах. Значительно увеличены глубинность (до 2 км) и детальность этих исследований.

Большим достижением советских геофизиков является внедрение в практику работ невзрывных источников упругих колебаний; создание вибросейсмического комплекса аппаратуры, предназначенной для выполнения сейсморазведочных исследований с помощью вибрационных источников.

Ускоренными темпами расширяется использование ядерно-физических методов анализа минерального сырья, которые не уступают по точности химическим методам при более низкой себестоимости работ. Таким образом, замена дорогостоящих и малопроизводительных химических анализов методами ядерно-физического экспресс-анализа приводит к значительной экономии средств и сокращает время на получение достоверных результатов при определении вещественного состава руд. Гамма-гамма-метод с большим экономическим эффектом широко применяется для опробования руд в естественном их залегании, что позволяет резко сократить объемы бороздового опробования и химических анализов проб.

Ядерно-физические методы широко используются для каротажа скважин при подсчете запасов ряда полезных ископаемых (плавикового шпата, бериллия, радиоактивных руд, уточнения мощности и строения угольных пластов и оценки их зольности

(методы гамма-гамма-каротажа). Особенно широко метод активационного каротажа скважин применяется при разведке месторождений плавикового шпата; сопоставление его результатов с данными химических анализов керновых проб подтвердило их хорошую сходимость.

При помощи ядернофизических методов четко выделяются фосфоритоносные отложения среди вмещающих пород. Посредством гамма- и нейтронного активационного каротажа скважин строение и условия залегания продуктивных пластов определяются с точностью, удовлетворяющей требованиям ГКЗ СССР к подсчету запасов.

При поисках цветных, редких и благородных металлов и для решения других геологических и минерагенических задач в возрастающих объемах эффективно используется аэrogамма-спектрометрия.

Успешно развивается применение при поисках и разведке методов скважинной геофизики, позволяющих выявлять залежи руд, расположенных на расстоянии 100—150 м от пробуренных скважин, определять их форму и условия залегания. Теперь она ведется более чем десятью методами (радиопросвечивание, магниторазведка, индукционная разведка, вызванная поляризация и др.), позволяющими сокращать объемы бурения при поисках и разведке месторождений магнитных и сульфидных руд за счет разрежения сети буровых скважин, и, кроме того, значительно повысить производительность их проходки путем увеличения объемов бескернового бурения на основе экспрессных методов обследования стенок скважин.

Большое значение в последнее время скважинные геофизические исследования (методы радиоволнового просвечивания, электрической корреляции и др.) приобрели при разведке угольных месторождений. Они резко повышают достоверность ее результатов, особенно касающихся фиксации тектонических нарушений, что очень важно при современной комплексной механизации и автоматизации добычных работ.

Для изучения вещественного состава горных пород и руд весьма перспективным представляется применение скважинной аппаратуры по детальной спектрометрии гамма-излучения с полупроводниковыми детекторами.

Весьма важное научное и практическое значение имеют созданные советскими геофизиками геоэлектрохимические методы прямых поисков рудных месторождений. Они основаны на измерении различных эффектов электрохимических процессов, позволяющих выделять ничтожно малые концентрации рудных веществ.

Важным направлением научно-технического прогресса в области поисково-разведочных работ, несомненно, являются геохимические методы исследования, широкое внедрение которых привело к открытию промышленных месторождений различных

полезных ископаемых. Они базируются на экспрессионном спектральном анализе, позволяющем определить до 40 элементов. Рациональное комплексирование геохимических и геофизических методов позволило в ряде случаев выявить «слепые» рудные тела, залегающие на глубинах выше 200 м, выделять в пределах изучаемых территорий перспективные площади и зоны геофизических аномалий, первичные и вторичные ореолы рассеяния полезных компонентов, устанавливать морфологию рудных зон, уточнять структуру рудных полей и т. д.

В зарубежных странах при проведении геологопоисковых работ в пределах отдельных крупных регионов (площадью 10—40 тыс. км²) первостепенное значение придается геохимическому опробованию донных осадков гидрографической сети. Этот вид работ, учитывая его небольшую стоимость и высокую результативность, производится вне зависимости от наличия благоприятных геологических показателей и особенно в тех случаях, когда геологическая информация о районе работ недостаточна или достоверность ее вызывает сомнение. Рекогносцировочная геохимическая съемка по донным осадкам проводится одновременно с аэрогеологическими и аэрофизическими исследованиями и сопровождается систематическими геологическими наблюдениями в пунктах опробования. При отсутствии геологических карт геохимическое опробование донных осадков выполняется на основе аэрофотоснимков.

Все открытия месторождений, имевшие место в рамках работ ООН в развивающихся странах, явились результатом систематического использования рекогносцировочных геохимических методов и рационального сочетания последних с методами геофизической разведки. При этом геохимическая съемка по донным осадкам в масштабе 1 : 100 000—1 : 50 000 служила основным методом выявления и оконтуривания перспективных районов. Более детальные поиски в пределах этих районов осуществляются путем комбинации наземных и глубинных геохимических методов.

В связи с решающим значением геохимических методов поисков для выявления и оконтуривания перспективных районов и участков большое внимание уделяется организации лабораторий и оснащению их современным аналитическим оборудованием. Все действующие лаборатории используют для производственной аналитической работы атомно-абсорбционные спектрофотометры последних марок. Ряд более крупных лабораторий оснащены также спектрометрами, которые используются главным образом для получения общей информации о химическом составе типичных проб региона.

В СССР и за рубежом ускоренно создается новая аппаратура для геофизических и геохимических поисков и разведки, разнообразная лабораторная техника и новые методы исследования

минерального сырья, позволившие значительно повысить эффективность геологоразведочных работ.

Высокая геологическая эффективность связана с применением в полевых условиях экспрессных методов определения содержания полезных компонентов в отбираемых пробах и при опробовании пород в естественном залегании. Они позволяют правильно направлять и своевременно корректировать геологоразведочные работы, сокращать сроки их проведения. При проведении полевых работ на олово успешно применяется радиометрический прибор РПСЧ-01 («Гагара»), позволяющий надежно оценивать содержание металла в обследуемых образованиях.

Разработаны и внедрены принципиально новые процессы технологической оценки полезных ископаемых при разведке их месторождений. К ним относятся нейтронно-радиометрическая сепарация, пенная сепарация, магнитогидростатическая сепарация, методы обогащения бокситов, работы по теории флотации и др.

Созданы предпосылки для широкого внедрения новых методов получения и обработки геофизической информации, базирующихся на применении специализированных и универсальных цифровых вычислительных машин. Институтом ВНИИгеофизика совместно с французской фирмой «Серсель» создана первая в Европе цифровая сейсмическая станция, признанная на промышленной выставке в США лучшей в мире. Разработаны безопасные для ихтиофауны невзрывные источники возбуждения упругих волн, высокоточный стабильный гравиметр I класса ГОСТ, многоканальные автоматические каротажные станции и комплексные приборы, испытатели пластов на каротажном кабеле, макеты прострелочно-взрывной аппаратуры для работы в глубоких скважинах при высоких температурах и давлениях, а также многие другие новейшие приборы, позволяющие повысить эффективность и снизить стоимость геофизических работ.

В СССР интенсивно развиваются исследования по усовершенствованию методики разведки месторождений полезных ископаемых, направленные на определение оптимальных разведочных сеток на основе выявленных погрешностей анализа достоверности данных разведки, рационализации опробования и др. Достигнуты успехи в области синтеза минералов, а также применения математических методов в геологии. Введены в действие вычислительные центры первой очереди отраслевой автоматизированной системы управления. Совершенствуются методы оценки народнохозяйственной и внутриотраслевой эффективности геологоразведочных работ, действенной системы экономического стимулирования работников геологоразведочных работ, экономического обоснования стадийности этих работ и необходимой степени детальности разведки месторождений, ра-

циональных и экономических комплексов геолого-географических и геохимических работ.

Существенно изменилась техническая оснащенность геологоразведочной службы. Созданы новые высокопроизводительные технические средства для производства буровых и горных работ. Разработаны станки новых типов для колонкового бурения, в том числе в автоматизированном цикле, забойные машины для гидро- и пневмоударного бурения, различные конструкции алмазного породоразрушающего инструмента и твердосплавных коронок, предназначенные для работы в различных геологических условиях, долота для бескернового бурения, малогабаритный комплекс для проходки подземных горных выработок, самоходный агрегат и др.

Внедрение прогрессивных методов бурения (алмазного, твердосплавного, коронками малого диаметра, бескернового многоабойного, гидро- и пневмоударного, с продувкой воздуха, на повышенной частоте вращения), а также повышение уровня организации работ обусловили рост коммерческой скорости бурения, снижение трудоемкости работ и затрат времени на простой и ликвидацию аварий, сокращение количества буровых установок, увеличение коэффициента их использования и рост числа скважин на одну установку. Повышению эффективности буровых работ, несомненно, содействовали рост их энерговооруженности и увеличение количества буровых установок, работающих на электрическом и газотурбинном приводах.

Большая экономия времени и средств связана с широким внедрением многоствольного бурения, снижающем количество монтажно-демонтажных работ и перевозок. Особенно эффективным этот метод оказался при бурении на нефть и газ в условиях бездорожья Западной Сибири.

Важной задачей геологической службы остается разработка теоретических основ и практических методов прямого обнаружения месторождений полезных ископаемых, повышение научного обоснования при выделении локальных площадей под поиски месторождений в новых перспективных районах, а также дальнейшее развитие геофизических, геохимических и других принципиально новых методов поисков месторождений, максимальное увеличение глубинности геологических исследований с целью выявления месторождений глубокого залегания.

Этому должно способствовать широкое внедрение таких глубинных методов, как рудная сейсморазведка, высокочастотная гравиметрия, квантовая и протонная магнитометрия, глубинная электроразведка, аэрогамmasпектрометрия в комплексе с геохимическими методами. Практиковавшиеся ранее поисковые методы уже не могут обеспечить необходимую эффективность поисковых работ ввиду быстрого исчерпания фонда легко открываемых месторождений, доступных для обнаружения этими методами.

Должны быть разработаны новые и усовершенствованы известные методы оценки месторождений важнейших полезных ископаемых; определены и научно обоснованы поисковые критерии для различных промышленных типов месторождений применительно к определенным нефтегазоносным, угленосным и рудным районам с целью установления наиболее рационального комплекса методов поисков и оценки месторождений минерального сырья, перевода поисковых критериев на язык современной математики, создания алгоритмов и программ для их машинно-математической обработки.

Дальнейшее развитие должна получить лабораторно-экспериментальная база геологической службы, укомплектование ее техническими средствами, приборами и аппаратурой, соответствующим мировым стандартам. Одновременно следует улучшить оснащение полевых геологических партий специализированными транспортными, буровыми и горнопроходческими средствами, походными спектральными лабораториями с автоматизированной обработкой данных и т. п.

Необходимо обратить особое внимание на совершенствование и широкое внедрение новейших методов изучения качества минерального сырья, в том числе на оптико- и рентгеноспектральные исследования, особенно в полевых условиях; разработку новых методов и технику каротажа вещественного (элементарного) состава вскрываемых бурением геологических образований на основе радиоактивационного, ядерно-резонансного и других методов исследований, содействующих развитию бескернового разведочного бурения; разработку методики изотопного анализа при поисках полезных ископаемых.

Следует форсировать совершенствование существующих методов, разработку и внедрение новых, а также технику бурения и проходки горных выработок. В первую очередь следует более широко использовать алмазное бурение, бурение разведочных скважин с продувкой сжатым воздухом и аэрированной жидкостью в безводных районах и зонах многолетней мерзлоты, разрабатывать и внедрять методы беструбного, направленного и многоствольного бурения, бурения малыми диаметрами; создавать высокопроизводительные технические средства для глубокого и сверхглубокого бурения (на 7—10 км и более); создавать и внедрять малогабаритные забойные двигатели (турбобуры, электробуры, гидро-пневмогенераторы, погружные вибраторы); автоматизировать буровые процессы; более широко использовать твердосплавные бурение коронками малого диаметра, заменять ручное бурение механическими легкими буровыми установками; обеспечивать горную технику высокопрочными и качественными бурильными и обсадными трубами; широко внедрять буровые со съемными керно-подъемниками; разрабатывать новые методы разрушения горных пород с применением ультразвука и электро-гидравлического эффекта; механизировать про-

цессы горноразведочных и опробовательских работ; создавать и внедрять малогабаритное горнопроходческое оборудование; совершенствовать новые методы проходки канав и шурфов.

Партия и правительство Советского Союза придают большое значение ускорению научно-технического прогресса в производстве геологоразведочных работ. В решениях XXV съезда КПСС в качестве важнейших задач геологической службы предусматривается:

- расширить изучение земной коры и верхней мантии Земли в целях исследования процессов формирования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых;
- повысить техническую оснащенность геологоразведочных работ, создать и внедрить в производство новое высокопроизводительное оборудование, автоматизированные буровые установки, аппаратуру, приборы;
- расширить применение прогрессивных геофизических и геохимических методов, использование космических и аэровысотных средств для геологических исследований.

Антропов П. Я. Топливно-энергетический потенциал земли. М., ВИНТИ, 1974.

Быбочкин А. М. Комплексно изучать и использовать минеральное сырье. Безопасность труда в промышленности, 1975, № 12, с. 2—5.

Быховер Н. А. Экономика минерального сырья (топливно-энергетическое сырье, руды черных и легирующих металлов). М., Недра, 1967.

Быховер Н. А. Экономика минерального сырья (цветные и благородные металлы, горно-техническое и горно-химическое сырье). М., Недра, 1969.

Быховер Н. А. Экономика минерального сырья (состояние и перспективы обеспеченности мировой потребности в минеральном сырье). М., Недра, 1971.

Быховер Н. А. Технический прогресс и перспективы обеспеченности мировой потребности минеральным сырьем. — Разведка и охрана недр, 1970, № 11, с. 35—44.

Быховер Н. А. Конъюнктура цен на минеральное сырье и продукты его переработки в капиталистических и развивающихся странах. — Разведка и охрана недр, 1971, № 6, с. 35—42.

Внешняя торговля СССР за 1975 год. Статистический обзор. Прил. к журн. «Внешняя торговля». М., Международные отношения, 1976.

Йофин С. Л., Куклин А. А. Технический прогресс в добыче руд до 2000 г. — Горный журнал, 1975, № 6, с. 18—20.

Киперман Ю. А., Недогон А. В., Тимченко А. И. Экономика фосфатного сырья зарубежных стран. М., Химия, 1975.

Ласкорин Б. Н. Современное состояние и перспективы развития гидрометаллургических процессов. — Цветные металлы, 1975, № 3, с. 10—12.

Ломако П. Ф. Цветная металлургия СССР на новом этапе. — Цветные металлы, 1976, № 5, с. 1—12.

Люстиг Г. Источники энергии. Учет мировых ресурсов в настоящем и будущем. — Курьер ЮНЕСКО, 1974, январь.

Минеральные ресурсы промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран. М., Мингео СССР, ВГФ, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978.

Снурников А. Н. Пути комплексного использования рудного сырья. — Цветные металлы, 1976, № 4, с. 1—5.

Худяков И. Ф., Девеев В. И. О некоторых направлениях технического прогресса на медеплавильных заводах Урала. — Цветные металлы, 1975, № 12, с. 6—7.

Albers J. P., Bawic W. J., Rooney L. F. Demand for nonfuel minerals and materials by the U. S. energy industry 1975—1990. — Geol. Surv. Profess. Pap., 1976, N 1006—A, Al—Al9, B.

Ancker-Johnson B. Materials resources: implication for science technology. — Mater. Technol. APS New York Meet., 1976, New York, p. 45.

A new process to recover uranium. — Mining Congress J., 1974, vol. 60, N 5, p. 8.

Goudarzi G. H., Rooney L. F., Shaffer G. L. Supply of nonfuel minerals and materials for the U. S. energy industry 1975—1990. — Geol. Surv. Prof. Pap., 1976, N 1000—A, B, B1—B37.

IEEE spectrum, 1974, vol. 11, N 8, p. 18.

Industrial minerals, 1976, N 101, 102, 105, 108, 109.

Malenbaum W. Metals for man's survival. — Eng. and Mining J., 1976, N 6, p. 92—98.

Metal Statistics, 1950—1975. Fr. am Main 1961, 1971, 1976.

Minerals Yearbook, 1950—1973. vol. 1—4, Washington, 1953—1976.

Mining Annual Review, 1976. London, 1977.

Raymond R. C. Seabed minerals and U. S. economy. — Mar. Technol. Soc. J., 1976, vol. 10, N 5, p. 12—18.

Research to produce low sulphur liquid fuels from coal. — Mining J., 1976, vol. 286, N 7336, p. 247.

Survey of world trends. — Mining J., 1975, vol. 285, N 7209, p. 3.

South Africa's oil-from coal expansion. — Mining J., 1976, vol. 286, N 7330, p. 117.

Statistical summary of the mineral industry, 1950—1971. London.

Tremendous consumption seen to 1990. — Oil and Gas J., 1971, N 10, p. 34—35.

U. N. Milifold growth of mineral constumption by 2000. — Mining J., 1976, vol. 287, N 7366, 315—317.

Uranium supply and demand symposium. — Mining Magazine, 1976, N 2, p. 147.

World Energy Supplies, 1950—1974. New York, 1976.

World Mining, 1975, vol. 28, N 1, p. 45—47.

World Mining, 1976, vol. 29, N 6, p. 58.

World Oil, 1970, vol. 170, N 6, p. 61—63.

World Oil, 1976, vol. 182, N 3, p. 72—73.

Zwartendyk J. Problems in interpretation of data on mineral resources, production and consumption. — Nat. Resour. Forum, 1976, N 1, s. 7—15.

Введение	3
Технический прогресс и основные изменения в области добычи и потребления важнейших видов минерального сырья	8
Топливно-энергетическое сырье	8
Нефть (10—15).— Газ (15—20).— Уголь (20—24).— Ядерное топливо (24—26)	8
Черные и легирующие металлы	26
Железные руды (27—29).— Марганцевые руды (29—30).— Хромиты (30—32).— Никель (32—35).— Кобальт (35—37).— Молибден (37—40).— Вольфрам (40—43)	26
Цветные металлы	43
Алюминий (44—48).— Медь (48—52).— Свинец (52—53).— Цинк (54—57).— Олово (57—60).— Сурьма (60—62).— Ртуть (62—65)	43
Неметаллическое сырье	65
Плавиковошпатовые руды (65—68).— Фосфатное сырье (68—71).— Калийные соли (71—73).— Серное сырье (73—74).— Асбест (74—77)	65
Изменения конъюнктуры цен на минеральное сырье и продукты его переработки в капиталистических и развивающихся странах	78
Научно-технический прогресс в области добычи, обогащения и транспортировки минерального сырья	95
Совершенствование техники и технологии горных работ и добычи полезных ископаемых	95
Совершенствование техники и технологии обогатительных работ	115
Совершенствование техники и технологии металлургического передела	122
Совершенствование транспортировки минерального сырья и продуктов его переработки	130
Комплексное использование минерального сырья	137
Комплексное использование сырья цветной металлургии	139
Комплексное использование сырья черной металлургии	149
Комплексное использование топливно-энергетического сырья	153
Комплексное использование неметаллического сырья	157
Использование отходов, вскрышных и сопутствующих пород	160
Потери минерального сырья при добыче	165
Состояние и перспективы обеспеченности мировой потребности в важнейших видах минерального сырья	168
Нефть (168—172).— Газ природный и попутный (172—174).— Уголь (174—177).— Уран (177—179).— Железные руды (179—180).— Марганцевые руды (180—182).— Хромиты (182—183).— Никель (183—185).— Кобальт (185).— Молибден (185—187).— Вольфрам (187).— Бокситы (188—190).— Медь (190).— Свинец и цинк (190—192).— Олово (192—194).— Сурьма (194—195).— Ртуть (195—196).— Плавиковошпатовые руды (196—197).— Фосфатное сырье (197—198).— Калийные соли (198—200).— Самородная сера (200—201).— Хризотил-асбест (201)	168
Научно-технический прогресс в области геологоразведочных работ	211
Список литературы	221

ИБ № 2924

Носон Аронович Быховер

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС
и ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Редактор издательства Л. М. Старикова
Переплет художника И. М. Пучкова
Художественный редактор Е. Л. Юрковская
Технический редактор В. В. Соколова
Корректор Л. М. Кауфман

Сдано в набор 11.08.78. Подписано в печать 26.03.79. Т-05487
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага № 2. Гарнитура линт. Печать высокая.
Печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 15,42. Тираж 2200 экз.
Заказ 734/7250—14. Цена 2 р. 70 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Ленинградская картографическая фабрика объединения «Аэрогеология»

X.D. PON.

2953

113-102