



КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЖЕЛЕЗНЫХ РУД В ЦЕНТРАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В СООТВЕТСТВИИ С ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИЕЙ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Э. Г. Кассандров

Приведены предварительные результаты комплексной количественной оценки железорудных месторождений на территории создающихся центров экономического развития в Центральной Бурятии и Южной Якутии. Показана потенциальная возможность, помимо главных видов полезных ископаемых (колчеданно-полиметаллических и железных руд на осваиваемых месторождениях), открыты крупных, средних и мелких по запасам месторождений бора, меди, кобальта, цинка, свинца, ванадия, вольфрама, редких земель, золота, серебра, апатита, барита и др. Для этого необходимы дополнительные геолого-разведочные и технологические работы с утверждением запасов в ГКЗ РФ. Рекомендовано сформировать региональные промышленные комплексы по извлечению всех компонентов руд.

Ключевые слова: комплексная оценка, центры экономического развития, Озернинский рудный узел, железорудные месторождения, Южная Якутия.

INTEGRATED ASSESSMENT OF IRON ORES IN CENTERS OF ECONOMIC DEVELOPMENT IN SIBERIA AND FAR EAST IN ACCORDANCE WITH THE INNOVATION STRATEGY OF MINERAL RAW MATERIALS DEEP PROCESSING

E. G. Kassandrov

Preliminary results of integrated assessment of iron-ore deposits in emerging centers of economic development in the Central Buryatia and South Yakutia are given. The discovery potential of large, middle and small (according to reserves) deposits of barium, copper, cobalt, zinc, plumbum, vanadium, wolfram, rare-earth, gold, silver, apatite, barite, etc. is shown (apart from discovery of main kinds of minerals - sulphide-polymetallic and iron ores at deposits under development). For this purpose it is necessary to realize additional prospecting and engineering works with reserves approval in State Reserves Committee of RF (SRC RF). It is recommended to form regional industrial complexes for the extraction of all ore components.

Key words: integrated assessment, centers of economic development, Ozerna ore knot, iron-ore deposit, South Yakutia.

Предприятия черной металлургии Сибири используют и в ближайшей перспективе будут использовать железные руды скарново-магнетитового типа, содержащие в качестве примеси серу, мышьяк, фосфор, бор, ванадий, марганец, титан, кобальт, никель, медь, цинк, свинец, молибден, золото, серебро, висмут, селен, теллур, галлий, германий, кадмий, редкие земли и др. Степень концентрации, а также технологические исследования на отдельных месторождениях указывают на положительные перспективы их попутного извлечения, что рано или поздно неизбежно приведет к переходу на малоотходные и безотходные технологии переработки сырья. В связи с этим нами поставлена цель: определить возможные масштабы попутного оруденения в железорудных месторождениях, в первую очередь на территории создающихся центров экономического развития в Центральной Бурятии и Южной Якутии, как основы для геолого-экономической оценки промышленной значимости попутных компонен-

тов в народном хозяйстве Сибири и отдельных ее районах.

Все исследователи проблемы комплексного использования сырья единодушно говорят о комплексности состава железных руд, о совершенно недостаточном, несоизмеримом с масштабами добычи, его использовании и больших потенциальных возможностях получения из руд и пород вскрыши самого широкого круга полезных ископаемых [1, 4, 5, 7, 8].

Анализ имеющегося материала по попутным компонентам в железных рудах месторождений Сибири показал, что в силу разных причин, главным образом из-за давности закончившейся разведки и ввода объектов в эксплуатацию, месторождения даже с утвержденными ГКЗ СССР запасами попутных компонентов не отвечают современным требованиям к изученности комплексных месторождений. Руды анализировались на самый ограниченный набор элементов в расчете только на прямое некомплексное их использование, т. е. на элементы, которые, переходя в металл, снижали его качество (сера, фосфор) или отрицательно



действовали на состояние технологического обогащения (цинк). Возможность попутного извлечения примесей определялась или их высоким содержанием (бор), или (по аналогии с другими месторождениями) возможностью получения пиритно-кобальтового или коллективного сульфидного концентрата.

Из семи месторождений с утвержденными ГКЗ СССР запасами комплексных руд в настоящее время комплексно перерабатываются руды только двух – Гусевогорского с получением железа, ванадия и потерей титана и Ковдорского с получением железного, апатитового, бадделеитового, вермикулитового, форстеритового, кальцитового концентратов. На остальных месторождениях попутные компоненты или безвозвратно теряются, или, в лучшем случае, складироваться в хвостохранилищах, часто в большой степени разубоживаясь. Незначительное количество медного концентрата (80 тыс. т) получали попутно с железным из руд Ауэрбаховского месторождения на Урале. Следует отметить, что проблема комплексной переработки железных руд находится пока на стадии затянувшихся проектных разработок. Хотя комплексное использование минерального сырья с переходом на безотходные и малоотходные технологии неизбежно. Наибольший эффект ожидается в черной металлургии при переработке железных руд вследствие громадных масштабов их добычи и комплексного поликомпонентного состава.

Пределные содержания попутных компонентов

Для установления предельных содержаний попутных компонентов в железных рудах с целью их оценки как комплексных нами использованы данные по содержанию и возможному рентабельному извлечению соответствующих компонентов в комплексных рудах железорудных, полиметаллических, редкометалльных месторождений, разрабатываемых в России и за рубежом. Учитывались бортовые и минимальные промышленные содержания кобальта, бора, циркония в утвержденных ГКЗ СССР запасах, минимальные концентрации компонентов в сульфидно-магнетитовых рудах Урала на основании соответствующих работ института «Уралмеханобр» [5, 8], динамика роста потребления компонента, прогноз изменения его цен, области применения и пр. Ориентировочные предельные содержания попутных компонентов для выделения условно комплексных железных руд в месторождениях Сибири даны в табл. 1.

Наиболее перспективны для комплексной переработки скарново-магнетитовые месторождения – основная часть железорудной базы Сибири в настоящее время и ближайшее будущее. Они имеют разную степень разведанности и изученности комплексности железных руд. В некоторых

Таблица 1

Пределные содержания попутных компонентов в условно комплексных железных рудах

Попутный компонент	Минимальное содержание в руде, %	Содержание в концентрате, %
Марганец	1,00	>10
Ванадий (V_2O_5)	0,05	>0,10
Титан	5,00	>10
Фосфорный ангидрит	0,70	>15
Сера	1,00	>25
Кобальт	0,007	>0,1
Медь	0,02	>1,0
Цинк	0,40	>4,0
Свинец	0,15	–
Цирконий	0,05	>20 кг/м ³
Золото	0,4 г/т	–
Серебро	10 г/т	–
Никель	0,01	>0,1
Олово	0,01	>0,1
Висмут	0,1	>0,2
Молибден	0,02	>0,1
Вольфрам	0,01	>0,1
Сурьма	1,0	>2,0
Литий	0,1	>0,6
Скандий	0,001	>0,04
Редкие земли и иттрий	0,001	>0,1
Германий	5–60 г/т	>0,1
Бор (B_2O_3)	>3	>8

случаях полученные величины можно отнести к несомненным прогнозным ресурсам категории P_1 и даже запасам категорий C_1+C_2 , но в большинстве случаев их можно рассматривать как прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_3 , так как в основе их подсчета лежат средние содержания по ограниченному числу анализов. При определении прогнозных ресурсов попутных компонентов по отдельным месторождениям (без выделения обогащенных участков для селективной отработки) прогнозными ресурсами попутных компонентов пропорциональны суммарной величине запасов и прогнозных ресурсов железных руд. Поэтому при оценке прогнозных ресурсов попутных компонентов представляется целесообразным подразделить их по достоверности на две группы: прогнозных ресурсов и запасы попутного компонента в запасах и прогнозных ресурсов компонента в прогнозных ресурсах железных руд.

В эксплуатируемых месторождениях попутные компоненты теряются, что **требует срочных мер по их доизучению и организации попутного извлечения**, в разведанных – необходимо доизучение на уровне современных высоких требований для внесения корректив в лицензии, проекты рудников и обогатительных фабрик. В месторождениях с неопределенными перспективами разведки и отработки учет прогнозных ресурсов попутных компонентов дает основу для планирования поисков и разведки, в том числе на далекую перспективу. Для дальнейшей оценки за-



Таблица 2

Классификация собственных месторождений компонентов по их запасам

Компонент	Запасы месторождений, тыс. т.				Содержание в рядовых рудах, %
	уникальных	крупных	средних	мелких	
Ванадий	>1000	30–1000	–	<10,0	0,15–0,25
Кобальт	>50	25–50	10–25	<10	0,7
Медь	>5000	1000–5000	200–1000	<200	1,7
Цинк + свинец	>2000	600–2000	200–600	<200	5,0
Золото	>400 т	100–400 т	25–100	<25 т	3,9
Никель	>500	250–500	100–250	<100	0,7
Молибден	>500	150–500	25–150	<25	0,3
Вольфрам	>250	100–250	15–100	<15	0,7
РЗЭ и иттрий	–	>400	–	<100	0,4
Германий	–	>3,0	0,5	–	0,5
Бор (B ₂ O ₃)	>10 млн т	0,5–10	0,3–0,5	<0,1–0,3	3–10
Марганец, млрд т	> 1	0,1–1	–	0,01–0,05	10–12

пасов и ресурсов попутных компонентов в табл. 2 приведена классификация их запасов в собственных месторождениях [9].

Обязательным условием оценки попутных компонентов в железных рудах должно быть неукоснительное соблюдение статей 23 и 29 Закона Российской Федерации «О недрах»:

- обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр;
- обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;
- строгое соблюдение технологических схем переработки минерального сырья, обеспечивающих рациональное комплексное извлечение содержащихся в нем полезных компонентов.

Все многообразие компонентов, попутных со скарно-магнетитовыми рудами, естественно подразделяется на три группы, связанные: 1) с магнетитом, 2) с сульфидами, 3) с минералами, выделяемыми в собственные концентраты.

К первой группе относятся ванадий и марганец, накапливающиеся в процессе обогащения в магнетитовом концентрате. Степень концентрации ванадия при этом пропорциональна степени концентрации железа, связь марганца с магнетитом не столь тесная, так как часть марганца в рудах входит в состав карбонатов и силикатов, уходящих при обогащении в хвосты. При дальнейшей переработке концентратов компоненты могут утилизироваться в виде самостоятельных продуктов (ванадий), входить в продукт в виде легирующих добавок или восполнять необходимые в технологической цепи доменного передела добавки (марганец для обессеривания и пр.).

Вторую, самую многочисленную группу скарно-магнетитовых месторождений составляют сульфидные комплексные руды. В процессе обогащения все сульфиды выделяются в сульфидный концентрат, из которого на последующих этапах обогащения выделяются собственные концентраты отдельных компонентов.

Третья группа – комплексные магнетитовые руды, в состав которых входит тот или иной компонент в минералах, выделяемых из хвостов магнитной сепарации в собственный концентрат. Для скарно-магнетитовых месторождений это апатит-магнетитовые, борат-магнетитовые и, возможно, некоторые другие руды с высоким содержанием алюминия, титана, редких земель, золота и т. д.

В настоящее время начато освоение Озернинского рудного узла в Бурятии и Таежного в Южной Якутии как формирующихся Центров экономического развития (ЦЭР) этих регионов (рис. 1). Поэтому в качестве предварительной первоочередной комплексной оценки железорудных месторождений ниже приводится характеристика именно этих районов.

Комплексное освоение Озернинского рудного узла

Реализация программы осуществляется в рамках проекта «Комплексное развитие Забайкалья». Уже началось строительство Озернинского ГОКа на крупнейшем Озерном полиметаллическом месторождении. ГК «Метрополь» планирует с 2013 г. производить здесь 740 тыс. т цинкового, 110 тыс. т свинцового концентрата, до 100 т серебра и около 2 т золота. Кроме того, в проект включено строительство рудников на Назаровском марганец-железо-золото-сульфидно-цинковом, Ульдзутуйском колчеданно-полиметаллическом, Солонго цинк-бор-марганец-железорудном и Аришинском медь-марганец-железорудном месторождениях. В перспективе планируется освоение Гурвунурского, Северо-Гурвунурского ванадий-фосфор-железорудных, Гундуйского и Туркульского медно-железорудных с кобальтом и баритом.

Решение правительства СССР о строительстве на базе Озерного месторождения горно-обогатительного комбината было утверждено в 1975 г., тогда же завершилось проектирование железной дороги длиной 170 км до ст. Могзон на Транссибирской магистрали и начато строительство капитальных сооружений. На Озернинском

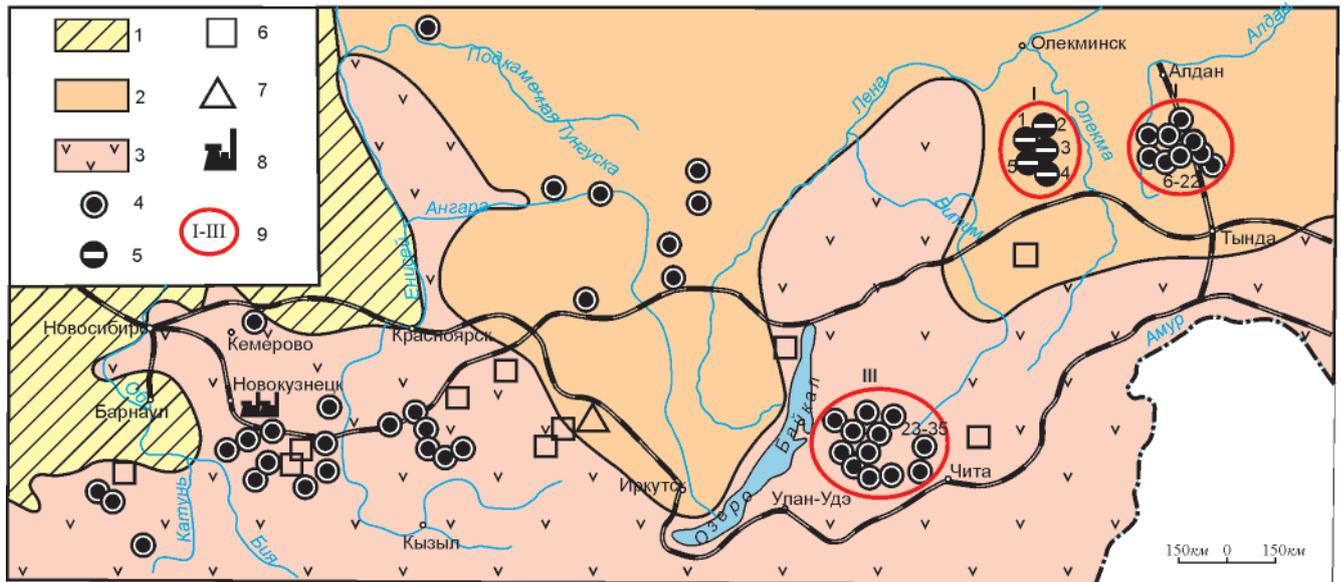


Рис. 1. Схема размещения комплексных железорудных месторождений Сибири

1 – Западно-Сибирская плита (Т–Q) – терригенные континентальные и морские отложения; 2 – Сибирская платформа, платформенный чехол (PR–Q) – терригенные, вулканогенные и карбонатные толщи; области дорифейской складчатости (AR–PR) – щиты и выступы древних структур; 3 – области байкальской, каледонской и герцинской складчатости (PR₂–PZ₃); железорудные месторождения: 4 – скарново-магнетитовые, 5 – кварц-магнетитовые, 6 – титаномагнетитовые, ильменит-титаномагнетитовые, 7 – апатит-магнетитовые типа Ковдора; 8 – действующие металлургические комбинаты (КМК и ЗСМК); 9 – железорудные узлы и районы центров экономического развития: I – Чаро-Токтинский, II – Южно-Алданский, III – Озернинский. Месторождения: 1 – Ималыкское, 2 – Тарынское, 3 – Горкитское, 4 – Сулымское, 5 – Нижнесакуканское, 6–22: Таежное, Магнетитовое, Гематитовое, Рохминское, Леглиерское, Утомительное, Заречное, Тинское, Дорожное, Десовское, Новое, Лесное, Савгельское, Южная аномалия, Сиваглинское, Пионерское, Комсомольское, 23–35: Озерное, Солонго, Соухусан, Мухор-Горхон, Туркул, Укыр, Аришинское, Гурвунурское, Звездное, Солнечное, Гундуй, Хоросан, Октябрьское

ГОКе планировалась карьерная добыча колчеданно-полиметаллических руд, получение цинкового, свинцового и пиритного концентратов, попутное извлечение из них полезных примесей, производство серной кислоты и серноокислотная обработка привозных с Ошурковского месторождения апатитовых концентратов для получения суперфосфата.

На территории Озернинского рудного узла площадью 10×20 км выявлено в 1961–1966 гг. 11 комплексных железорудных, несколько колчеданно-полиметаллических, железо-медно-баритовых месторождений и одно железо-марганцевое, расположенных в 1–4 км друг от друга, группируясь вокруг Озерного марганец-железо-колчеданно-полиметаллического месторождения (рис. 2). Геолого-разведочные работы с различной интенсивностью продолжались до 1976 г. Приведем краткую характеристику железорудных месторождений рассматриваемого узла по оценке СНИИГГиМСа и БТГУ [2, 8].

Суммарно запасы и прогнозные ресурсы оцениваются более 1250 млн т. Большинство месторождений представлено комплексными магнетитовыми рудами, средними по содержанию железа (32–44 %), лишь на двух месторождениях (Соухусан и Мылдылген) – 49 %. По величине запасов и прогнозных ресурсов железной руды это средние до крупных объекты (табл. 3). Магнетитовые руды месторождений Солонго,

Укыр, Туркул, Джевондакит и сидериты Озерного природно легированы марганцем, руды Туркула, кроме того, – вольфрамом. Технологические испытания, проведенные по рудам трех железорудных месторождений, показали положительные результаты получения соответствующих концентратов. Непосредственно в контуре карьера Озерного месторождения располагаются залежи сидеритовых руд с прогнозными ресурсами 150–200 млн т, которые будут извлекаться при эксплуатации как вскрышные породы.

Железные руды района легко доступны для освоения. По запасам, возможному объему годовой добычи и качеству они могут рассматриваться как самостоятельная сырьевая база для металлургического предприятия типа КМК и ЗСМК. Наибольший интерес для освоения представляют месторождения Гурвунур, Солонго, Звездное, Озерное сидеритовое, Аришинское, Туркул, Гундуй. Так, технологическими испытаниями руд месторождения Гурвунур, проведенными институтом «Уралмеханобр», установлена возможность попутного получения апатитового концентрата из хвостов магнитной сепарации. По показателям его выхода предполагается, что при эксплуатации месторождения годовой объем концентрата с содержанием P₂O₅ может составить 200–300 тыс. т. Таким образом, эти руды являются дополнительным потенциальным местным источником сырья для ранее планировавшегося производства



фосфорных удобрений на Озернинском ГОКе. Железный концентрат гурвунурских руд содержит примесь ванадия (до 0,30–0,36 % V_2O_5). По заключению специалистов института «Уралмеханобр», магнетитовые концентраты этого месторождения можно рассматривать как железо-ванадиевые, из которых при металлургическом переделе возможно получение ванадистых шлаков для извлечения V_2O_5 . Годовой объем таких концентратов с содержанием железа 62–66 % может составить 2 млн т. Прогнозные ресурсы попутных компонентов суммированы в табл. 3.

Месторождение Солонго представляет собой комплекс промышленных залежей магнетитовых, сфалеритовых и борных руд, локализуемых в удобную для селективной отработки серию последовательно перекрывающихся друг друга пластообразных тел. Магнетитовые руды месторождения содержат ряд ценных примесей, которые могут попутно извлекаться при обогащении руд, и прежде всего бора. По данным технологических испытаний, проведенных в лабораториях «Уралмеханобра», ЗСТГУ и БТГУ по разным со-

ртам магнетитовых руд, установлено, что из хвостов магнитной сепарации возможно получение кондиционного цинкового концентрата с содержанием цинка 43,4 %, включающего специфические полезные примеси, а также молибденового концентрата. Судя по показателям выхода концентратов и содержанию в них металлов имеется перспектива получения до 50 тыс. т сфалеритового концентрата в год, цинка – до 20–25 тыс. т, других примесей – до десятков тонн.

Магнетитовые руды месторождения Солонго содержат примесь марганца, часть которого в некоторых сортах руд изоморфно входит в состав манганмагнетита и при магнитной сепарации переходит в магнитную фракцию. В результате технологических испытаний руд магнезиально-скарнового типа установлена возможность получения марганцовистых железных концентратов с содержанием марганца до 8 %. По предварительному заключению специалистов КМК и ЗСМЗ, следует продолжить изучение этих руд как возможного сырья для получения необходимой в металлургическом процессе дефицитной железо-марганцевой

Таблица 3

Прогнозные ресурсы попутных компонентов в железорудных месторождениях Озернинского рудного узла

Месторождение	Железные руды, млн т		Прогнозные ресурсы попутных компонентов в железных рудах, тыс. т (кат. P_1+P_2)						Дополнительные сведения
	Запасы (C_1+C_2)	Ресурсы (P_1+P_2)	с магнетитом и минералами, выделяемыми в концентрат			с сульфидами			
			компонент	в запасах	в ресурсах	компонент	в запасах	в ресурсах	
Озерное	40	150	Mn	1500	6000	–	–	–	Mn в мангансидеритах. Запасы сидеритовых руд кат. C_1 разведаны в контуре карьера TR в апатите
Гурвунур и Северный Гурвунур Аришинское	23	200	V P_2O_5 TR	25 1300 15	100 9900 125	S Co	50 3	400 27	
Звездное	–	110	Mn	–	1000	–	–	–	–
						S	1650	3100	
Солонго	120	300	Mn	3250	5400	Cu	400	750	По отдельным интервалам установлены промышленные содержания Sn, W, Ge, Ga, Y, Ag.
						S	–	760	
						Zn	–	1500	
						Pb	–	70	
						S	2000	5000	
						Zn	400	650	
Гундуй	–	100	Ba	–	15000	Cd	1	1,5	–
						In	50 т	100 т	
						Co	17	40	
						Mo	10	15	
Туркул	–	220	Mn	–	6500	S	–	3750	–
						Cu	–	750	
Дальнее	–	10	W	–	240	S	–	10000	–
						Cu	–	750	
						Co	–	33	
						S	–	120	
Солнечное	–	10	Ba	–	3000	Zn	–	120	–
						Pb	–	100	
						Cu	–	40	
						S	–	30	
						Pb	–	70	
						Zn	–	17	

Примечание. Запасы и ресурсы бора не приводятся.



добавки. Аналогичную перспективу использования имеют мангансидеритовые руды Озерного месторождения, магнитные концентраты продуктов обжига которых, как установлено технологическими испытаниями на заводе «Сибэлектросталь», содержат 7,5 % марганца. Добыча сидеритов будет осуществляться без затрат как вскрышные работы в карьере Озерного ГОКа. Запасы и прогнозные ресурсы сидеритовых руд составляют в сумме около 200 млн т. Селективная выемка и складирование сидеритовых руд по рекомендации СНИИГГМСа были включены в проект технических разработок Озерного ГОКа «Цветметпроектом». Предполагаемый годовой объем добычи руд, дающих марганцовистый железный концентрат (суммарно манганмагнетитовых руд Солонго и мангансидеритов Озерного месторождения) ориентировочно определяется в 6–7 млн т [8]. Специалисты КМК считают, что вариант привоза дефицитной железо-марганцевой добавки (в концентрате или в сырой руде) на комбинаты Западной Сибири из Бурятии вместо Закавказья и Караджала могут быть экономически выгодными.

В магнетитовых рудах Аришинского месторождения почти постоянной примесью является медь с содержанием от десятых до единиц процента. Возможность извлечения халькопиритового концентрата не изучалась. На территории Озернинского рудного узла известны также два не оцененных по запасам комплексных железо-медно-баритовых месторождения. По рудам одного из них (Туркульского) технологическими испытаниями установлена возможность получения медного, баритового и пиритного концентратов. Рядом находится аналогичное месторождение Гундуй. Ориентировочно объем годовой добычи меди на трех упомянутых месторождениях определяется в 25 тыс. т.

В этом же рудном узле частично разведаны колчеданно-полиметаллические месторождения Ульдзутуй, Назаровское и Звездное. В двух первых при обогащении руд получены цинковые и свинцовые концентраты с примесью серебра

и других полезных компонентов, не уступающие по качеству концентратам эксплуатируемых полиметаллических месторождений. В полях Назаровского и Звездного месторождений установлены залежи магнетитовых руд, на последнем подсчитаны прогнозные ресурсы (110 млн т).

Кроме перечисленных, в Озернинском рудном узле известен ряд слабо изученных месторождений и проявлений железа, полиметаллов и марганца (Солнечное, Октябрьское, Горхон, Майское и другие), перспективы которых пока не определены. В целом, здесь на сравнительно ограниченной территории (около 20×10 км) сосредоточено большое количество значительных по запасам и более мелких полиметаллических, железорудных, медных, баритовых, борных и марганцевых месторождений, нередко смыкающихся друг с другом на флангах. Естественно, что такая насыщенность района рудными залежами вызывает определенные затруднения в их освоении, размещении промплощадок и отвалного хозяйства Озернинского ГОКа. Следует обратить особое внимание, проектирующих организаций на необходимость тщательного изучения геологических материалов при определении «безрудности» намечаемых к использованию площадок.

В настоящее время следует ставить вопрос о создании в районе вместо узкоспециализированного полиметаллического Озернинского более крупного горно-обогатительного комплекса, предусматривающего разработку и обогащение магнетитовых, сопутствующих им апатит-магнетитовых, борных, сидеритовых, медно-баритовых руд с попутным извлечением из хвостов магнитной сепарации цинкового, молибденового, медного, апатитового, баритового и, возможно, марганцевого концентратов, а также химического предприятия по переработке плавикового шпата. Прогнозные ресурсы попутных компонентов в железорудных месторождениях Озернинского рудного узла и возможный масштаб их скоплений приведены в табл. 3, 4.

Таким образом, при рациональной комплексной оценке и освоении месторождений

Рис. 2. Геологическая карта Озернинского рудного узла (составлена по материалам Бурятского геологического управления и СНИИГГМСа)

1 – четвертичная система (Q): пески глины, галечники; 2 – кембрийская система, нижний отдел, олдындинская свита, верхняя подсвита, озерная пачка (C₁ol₂gr, tr); 3 – кембрийская система, нижний отдел, олдындинская свита, нижняя подсвита, гурвунурская и туркульская пачки (C₁ol₁gr, tr); 4 – андезитовые порфириды; 5 – туфы андезитовых порфиридов; 6 – брекчии липаритовых и риолит-дацитовых порфиров; 7 – туфы дацитовых порфиров; 8 – туфы полимиктовые обломочные; 9 – туффиты; 10 – сланцы; 11 – известняки; 12 – граниты; 13 – сиениты (а), граносиениты (б); 14 – диориты (а), гранодиориты (б); дайки: 15 – граносиенит-порфиры, 16 – диоритовые порфириды, 17 – гранодиорит-порфиры; 18 – скарны (известковые, магнезиальные); руды и рудные горизонты: 19 – магнетитовые, 20 – сидеритовые, 21 – колчеданно-полиметаллические, 22 – марганцевые (зона окисления); 23 – номер месторождения и состав руд; месторождения: 24 – железорудные, 25 – ванадий-фосфор-железорудные (apatит-магнетитовые), 26 – медноколчеданно-железорудные, 27 – марганец-железо-колчеданно-полиметаллические; 28 – цинк-бор-марганец-железорудные, 29 – медноколчеданно-марганец-железорудные. Месторождения и рудопроявления: 1 – Судинское, 2 – Западно-Туркульское, 3 – Туркульское, 4 – Хребтовое, 5 – Солнечное, 6 – Гурвунурское, 7 – Гундуйское, 8 – Аришинское, 9 – Северо-Гурвунурское, 10 – Восточно-Аришинское, 11 – Озерное, 12 – Дальнее, 13 – Таежное, 14 – Звездное, 15 – Приозерное, 16 – Майское, 17 – Октябрьское, 18 – Солонго (Магнетитовое), 19 – Назаровское, 20 – Гематитовое, 21 – Юбилейное, 22 – Горхон



Таблица 4

Прогнозные ресурсы попутных компонентов на железорудных месторождениях Озернинского рудного узла и возможный масштаб месторождений

Железорудные месторождения	Компонент	Прогнозные ресурсы, тыс. т			Прогнозируемый масштаб месторождения (см. табл. 2)
		P ₁ +P ₂ в запасах железных руд	P ₂ +P ₃ в ресурсах железных руд	Всего	
Озерное Гурвунур и Северный Гурвунур	Mn	1500	6000	7500	Мелкое
	V	25	100	125	Среднее
	P ₂ O ₅	1300	9900	11200	
	TR	15	125	140	Среднее
	S	50	400	450	
Аришинское	Co	3	27	30	Среднее
	Mn	775	1425	2200	Мелкое
	S	1650	3100	4750	
Солонго	Cu	400	750	1150	Крупное
	Mn	3250	5400	8650	Мелкое
	S	2000	5000	7000	
	Zn	400	650	1050	Крупное
	Cd	1	1,5	2,5	
	In	50 т	100 т	150 т	
	Co	17	40	57	Крупное
Звездное	Mo	10	15	25	Мелкое
	Mn	–	1000	1000	Мелкое
	S	–	760	760	
	Zn	–	1500	1500	Крупное
	Pb	–	70	70	
Гундуй	Ba	–	15000	15000	
	S	–	3750	3750	
	Cu	–	750	750	Среднее
Туркул	Mn	–	6500	6500	Мелкое
	W	–	240	240	Крупное
	Ba	–	3000	3000	
	S	–	10000	10000	
	Cu	–	750	750	Среднее
	Co	–	33	33	Крупное
Дальнее	S	–	120	120	
	Zn	–	120	120	Среднее
	Pb	–	100	100	Среднее
	Cu	–	40	40	Мелкое
Солнечное	Mn	–	400	400	Мелкое
	S	–	30	30	
	Pb	–	70	70	Мелкое
	Zn	–	17	17	Мелкое

Примечания. 1. Запасы и ресурсы по бору не приводятся. 2. Золото, серебро, платиноиды и другие металлы в технологических, групповых и рядовых пробах достоверно не определялись.

Озернинского рудного узла в соответствии с соблюдением Закона РФ «О недрах» можно, кроме главного вида полезного ископаемого (колчеданно-полиметаллических и железных руд), дополнительно получить по два крупных месторождения кобальта и цинка, по одному меди, свинца и вольфрама; два средних – меди; по одному мелкому – ванадия, редких земель, кобальта, цинка, свинца, а также несколько других объектов, что, несомненно, скажется на высокой доходности предприятия и улучшении экологии района.

Следует ускорить решение вопроса о необходимости комплексного освоения рудных ресурсов района. Дело в том, что существует опасность некомплексного освоения месторождений, длительной консервации или частичного уничтожения рудных месторождений из-за непрофессионального подхода к размещению на их территориях

(или в непосредственной близости) промплощадок, отвального хозяйства и транспортных коммуникаций строящегося комбината. Пока не поздно, нужно создать специальную комиссию или экспертный совет для детального и всестороннего рассмотрения этой проблемы, включая как планирование и проведение геолого-разведочных работ, так и очередность освоения месторождений и строительство ГОКа.

Комплексное освоение Таежного, Десовского и Тарыннахского рудных узлов

Реализация программы осуществляется в рамках проекта «Комплексное развитие Южной Якутии». Предусмотрено строительство двух ГОКов: Таежного на базе наиболее крупных подготовленных для освоения Таежного и Десовского скарново-магнетитовых месторож-



дений, Тарыннахского на базе Тарыннахского и Горкитского месторождений магнетитовых кварцитов. Строительство первого начато в 2010 г., начало строительства второго запланировано на 2013 г. (рис. 3).

Таежный ГОК

Таежное железорудное месторождение находится в Леглиерском рудном узле, где кроме него разведаны Магнетитовое, Леглиерское, Тинское, Утомительное месторождения и несколько рудопроявлений. Геолого-разведочные работы проводились в 1950–1961 и 1981–1984 гг. Среди скарново-магнетитовых месторождений Сибири Таежное наиболее разведанное и крупное: запасы по категориям В+С₁ на 01.01.2009 составляют 962,4 млн т, С₂ – 292,6 млн т, годовая производительность – 9 млн т сырой руды. Месторождение разведывалось как комплексное борат-магнетитовое, запасы железных и железо-боратовых руд утверждены ГКЗ СССР.

Комплексный состав руд месторождения изучался главным образом в одном направлении – возможности выделения из комплексных руд с различным содержанием железа и бора кондиционных боратных концентратов. С этой целью с 1955 г. ГИГХСом, «Механобром», «Уралмеханобром», «Сибэлектросталью» изучено около 45 проб. Технологическое картирование позволило подразделить руды месторождения на три технологических типа: некомплексные по бору магнетитовые ($B_2O_3 < 1\%$), комплексные лювигит-ашарит-магнетитовые и ашарит-магнетитовые. Разработанная для комплексных боратовых руд схема обогащения, включающая магнитную сепарацию с последующей двукратной перемывкой магнетитового концентрата и флотацией немагнитного продукта, проверена в полупромышленных условиях. Содержание B_2O_3 в концентратах из рядовых руд составляет 10 %, при этом извлекается 70 % от ее содержания в хвостах магнитной сепарации. Приведенную схему обогащения, вероятно, нельзя еще считать удовлетворительной, так как, кроме потерь в хвостах флотации, примерно 20–25 % бора в руде уходит в магнетитовый концентрат. Следует отметить, что по возможности утилизации идущего в магнетитовый концентрат бора УралНИИЧМ достигнуты положительные результаты и получены борсодержащие чугуны, стали, доменные и конверторные шлаки. В «Сибгипромет» проведена металлургическая оценка руд и найден технологический вариант их использования в доменной плавке. В ЦНИХИМ намечены пути извлечения бора из концентратов и шлаков. Однако еще раз следует подчеркнуть, что эти разработки, кроме легирования сталей бором, находятся в начальной стадии и не проверены в промышленном масштабе. Дальнейшие исследования в направлении использования борной составляющей комплексных железных руд

месторождения должны были проводиться в соответствии со специальным решением межведомственного совещания, но не проводились.

Кроме бора, практический интерес представляют компоненты, связанные с сульфидной минерализацией, прогнозные ресурсы которых приведены в табл. 5. Среднее содержание серы в рудах 2,1 %. Сульфиды представлены пиритом, пирротинном и халькопиритом, средние содержания которых по данным анализов технологических проб составляют 0,66; 4,9 и 0,11 % соответственно. Явное преобладание пирротина приводит к тому, что сульфиды равномерно расходятся по продуктам магнитной сепарации.

В связи с природоохранными мероприятиями изменено требование к содержанию серы в магнетитовом концентрате в сторону его максимального снижения. Введение в технологическую цепь флотационного звена для удаления серы из магнетитового концентрата может увеличить количество извлекаемых из руд полезных компонентов на 40 %. Прогнозные ресурсы серы в рудах месторождения при среднем ее содержании 2,1 % составляют 38,8 млн т, в том числе 28 млн т в запасах железных руд. Возможная годовая производительность – около 200 тыс. т, что может обеспечить крупное предприятие по производству серной кислоты.

Среднее содержание кобальта в групповых пробах составляет 0,02 %, содержание в сульфидном концентрате (по материалам ПГО «Якутскгеология») 0,22 %. По данным «Уралмеханобра», максимальное содержание кобальта в сульфидном концентрате 0,13 %. Прогнозные ресурсы кобальта оцениваются нами в 360 тыс. т, в том числе в запасах железных руд 257 тыс. т. Ресурсы подсчитаны по ограниченному числу анализов, и величина может значительно измениться.

Среднее содержание меди в рудах по групповым пробам 0,058 %, в сульфидном концентрате, по данным ПГО «Якутскгеология», – 1,7%, «Механобра» и «Уралмеханобра» – гораздо ниже и, на наш взгляд, точнее – 0,27 и 0,41 % соответственно. Прогнозные ресурсы меди оцениваются в 900 тыс. т, в том числе 750 тыс. т в запасах железных руд.

В ПГО «Якутскгеология» исследовано шесть технологических проб. Флотацией хвостов ММС получены сульфидные концентраты с выходом 4–12 % от веса хвостов, содержащие 37,38 % серы (для серной кислоты при извлечении бора), 1,71–2,44 % меди, 0,20–0,25 % кобальта, 0,8–1,0 г/т золота, 20–40 г/т серебра. На этом основании подсчитано возможное (дополнительно к бору) производство попутных компонентов из расчета годовой добычи железной руды 9 млн т: 176 тыс. т серы, 7,15 тыс. т меди, 1,1 тыс. т цинка, 920 т кобальта, 420 кг золота, 12,7 т серебра, 3320 т слюдяного скрапа. Экспертной комиссией по перспективам развития Южно-Якутского железорудного района



Таблица 5

Запасы и прогнозные ресурсы попутных компонентов в железорудных месторождениях Южной Якутии

Месторождение	Железные руды, млн т		Прогнозные ресурсы попутных компонентов в железных рудах, тыс. т						Дополнительные сведения о попутных компонентах в рудах	
	запасы	ресурсы	с магнетитом и минералами, выделяемыми в концентрат			с сульфидами				
			компонент	в запасах	в ресурсах	компонент	в запасах	в ресурсах		
Таежное	1255	500	–	–	–	S	28000	10800	Содержания Au до 1,14 г/т, предполагается Ag до 40 г/т. Имеется флогопит	
						Cu	750	150		
						Co	257	103		
						Zn	51,1	20		
						Au	21 т	8,5 т		
						Ag	635 т	254 т		
Десовское	401	430	P ₂ O ₅ TR	–	–	4200 20	Слюд. скрап	166	66	P ₂ O ₅ – к попутным 1-й группы. TR – в апатитах. По отдельным анализам Au до 0,28 г/т, Ag до 4 г/т
							S	5245	7700	
							Co	23	35	
						Cu	395	590	По ассоциации с Cu предполагается Au	
Магнетитовое	12	50	–	–	–	S	250	1100		
Леглиерское	51	120	–	–	–	–	Cu	25	100	Предполагается Cu и Au
							S	1100	2675	
Тинское	31	200	–	–	–	–	Co	2,5	6	По ассоциации с Cu предполагается Au
							S	500	3500	
Сиваглинское	26	25	–	–	–	–	Cu	100	600	То же
							Co	5	35	
							S	275	265	
Пионерское	138	100	–	–	–	–	Cu	95	95	Указания на промышленное значение TR; высокие содержания Mo и Au
							S	2600	1900	
							Co	40	30	
Комсомольское	43	50	–	–	–	–	Co	11	8	По ассоциации с Cu предполагается Au
							S	590	685	
							Cu	40	47	
Тарыннахский ГОК	3930	2600	Au	> 2	> 1	–	Co	3	3,5	Высокие содержания марганца (до 25 % MnO)
							S	–	–	

Примечания. 1. Запасы и ресурсы бора не учитывались. 2. Тарыннахский ГОК – Тарыннахское, Горкитское, Ималыкское месторождения.

и направлению дальнейших геолого-разведочных работ Министерству геологии и Министерству черной металлургии были даны рекомендации, согласно которым следует провести дополнительные испытания обогатимости руд Таежного и Пионерского месторождений на укрупненных представительных пробах с целью определения оптимальной глубины обогащения и решения вопроса о комплексном использовании руд (бор, сульфиды, благородные металлы и редкие металлы). Рекомендации выполнены лишь частично.

Рис. 3. Геолого-экономическая карта Южной Якутии (составлена по материалам Якутского геологического управления)

1 – золоторудные месторождения; 2 – золотоносные районы, россыпи, рудные месторождения; 3 – месторождения угля; 4 – угленосные районы; 5 – месторождения и группы железорудных месторождений; 6 – железорудные районы, прогнозные ресурсы (в скобках – балансовые запасы); 7 – флогопитовые месторождения; 8 – месторождение апатита; 9 – апатиты, ниобий, тантал; 10 – месторождения пьезокварца; 11 – металлургическое сырье; 12 – площадь редкоземельной минерализации; 13 – дражные полигоны и карьеры; 14 – прогнозируемые и строящиеся ГОКи; 15 – рудники; 16 – угольный разрез; 17 – тепловые электростанции; 18 – линии электропередач; 19 – автодороги; 20 – железные дороги



да, необходимо в ближайшее время тщательно изучить комплексный состав руд в соответствии с современными высокими требованиями, тем более что в районе практически уже создана инфраструктура (см. рис. 3).

Десовский рудник

Десовское месторождение относится к Дес-Сиваглинской группе, расположенной в 25 км к юго-западу от Леглиерского рудного узла. Месторождения группы образуют два рудных узла: восточный Сиваглинский (Пионерское, Сиваглинское, Комсомольское) и западный Десовский (Десовское, Дорожное, Савгельское, Южное и др.). Десовское месторождение представляет собой асимметричную синклинальную складку субширотного направления, протяженностью 25 км, шириной 300–1000 м. Оруденение стратиграфически связано с продуктивными горизонтами федоровской свиты архейского возраста. Месторождение разведывалось в 1952–1959 и 1976–1984 гг. Выделяются два главных минералогических типа руд: диопсид-магнетитовые (более половины запасов) и серпентин-магнетитовые. Руды высокосернистые, магнезиальные. Сера связана с пиритом и пирроотином. Среднее содержание в рудах (%): $Fe_{\text{общ}}$ – 31,3; $Fe_{\text{магн}}$ 25; SiO_2 30,4; Al_2O_3 5,1; MgO 12; CaO 6,6; P_2O_5 0,13; S 1,02. В сернистых рудах имеется много попутных компонентов, из которых практическое значение могут иметь S, Co, Cu, Ag, Au и платиноиды, кроме того, повышена концентрация V, Zn, Ge, Ni, Pb, В. Технологические свойства железных руд изучены Центральной лабораторией ПГО «Запсибгеология» и институтом «Уралмеханобр» на 21 лабораторной и 583 малообъемных пробах. Руды отнесены к категории легкообогатимых (82,2 %). Технологические испытания руд проведены по схеме магнитного обогащения (18 проб) с получением только магнетитового концентрата и флотационно-магнитной схеме (3 пробы) с получением магнетитового и сульфидного концентратов. Этого явно недостаточно для определения руд как комплексных и тем более для количественной и качественной оценки попутных компонентов. По флотационно-магнитной схеме получены магнетитовые концентраты (64,6–66,5 % железа, 0,20–0,29 % серы) и сульфидный медно-кобальтовый концентрат (30–38 % серы).

Годовая производительность по сульфидному концентрату 0,208 млн т. Исследования по его переработке с целью извлечения серы, кобальта, меди и других элементов не проводились. Разведанные запасы железной руды в контуре открытых работ (карьер) 419,2 млн т, подземных – 269,2 млн т. В результате тематических исследований ВИМСа в надрудной пачке установлены высокие содержания апатита (до 4,1 % P_2O_5). Его прогнозные ресурсы на Центральном участке оцениваются в 84–140 млн т (2,5–4,2 млн т P_2O_5 при

средней концентрации в породах 3 %). Апатит по данным химического анализа содержит 0,19 % редких земель и относится к фтор-хлористой разновидности. Апатитоносные породы будут обрабатываться при вскрыше железных руд.

Тарыннахский ГОК

Базируется на трех месторождениях Республики Саха (Якутия) в Чаро-Токкинском железорудном районе: Тарыннахском, Горкитском и Ималыкском (см. рис. 3). Месторождения разведывались в 1975–1984 гг. Чаро-Токкинской геолого-разведочной экспедицией ПГО «Якутскгеология». Они протягиваются с севера на юг, образуя зону длиной более 50 км и шириной 3,5 км. Балансовые запасы железной руды на Тарыннахском и Горкитском месторождения по категориям А+В+С₁ составляют 1093,5 и 971,1 млн т соответственно, на Ималыкском по категории С₂ – 713,4 млн т. Руды представлены легкообогатимыми магнетитовыми кварцитами, из которых путем магнитной сепарации получены высококачественные концентраты с содержанием железа 68,5–70 %. Изучение обогатимости железных руд выполнено в институтах «Механобрчермет», «Механобр», ВИМС, ИМП, в ПГО «Запсибгеология», на заводе «Сибэлектросталь» на малообъемных технологических пробах (более 122), лабораторных (около 50 проб) и трех укрупненных технологических пробах массой 150–425 кг. Лучшие концентраты получены из руд Ималыкского и Тарыннахского месторождений. Попутные компоненты в рудах не изучались.

Вместе с тем в СНИИГГиМСе при детальном минералогическом исследовании железистых кварцитов в 1977–1978 гг. установлено, выделено в мономинеральную фракцию и изучено самородное золото (от нескольких до 300 г/т) [3]. Изучено более 50 проб железистых кварцитов, отобранных из керна скважин и разведочных канав Тарыннахского, Ималыкского и Горкитского месторождений. Золото во всех исследованных пробах микроскопическое, размером в среднем 0,04 мм, около 15 % всех выделенных в монофракцию зерен золота – от 0,12×0,25 до 0,16×0,18 мм. Золото не связано с сульфидами и находится в сростании магнетитом и гематитом, а также в трещинах этих минералов. Пробность золота 950±10.

Кроме микроскопического самородного, железистые кварциты содержат дисперсное золото. Из проб после извлечения самородного золота выделены пылеватые концентраты кварца, гематита и магнетита для атомно-абсорбционного анализа. В результате установлено, что дисперсное золото обогащает гематитовую и магнетитовую фракции. Соотношение самородного и дисперсного золота в исследованных пробах составляет 1:3. В 1979 г. по нашей рекомендации в ПГО «Якутскгеология» был выполнен пробирный анализ 8 дубликатов



Таблица 6

Прогнозные ресурсы попутных компонентов и возможный масштаб их месторождений

Месторождение	Компонент	Прогнозные ресурсы, тыс. т			Прогнозируемый масштаб (см. табл. 3)
		P ₁ +P ₂ в запасах	P ₂ +P ₃ в ресурсах	всего	
Таежное	S	28000	10800	38800	Среднее Уникальное Мелкое Среднее Мелкое
	Cu	750	150	900	
	Co	257	103	360	
	Au	21 т	8,5 т	29,5	
	Ag	635 т	254 т	889 т	
	Zn	55	–	55	
Десовское	Слюд. скрап	166		166	Мелкое Крупное Среднее
	P ₂ O ₅	–	4200	4200	
	TR	–	20	20	
	S	5245	7700	12945	
Магнетитовое	Co	23	35	58	Среднее
	Cu	395	590	985	
Леглиерское	S	250	1100	1350	Мелкое
	Cu	25	100	125	
Тинское	S	1100	2675	3775	Мелкое
	Co	2,5	6	8,5	
Сиваглинское	S	500	3500	4000	Среднее Крупное
	Cu	100	600	700	
	Co	5	35	40	
Пионерское	S	275	265	1040	Мелкое Мелкое
	Cu	95	95	190	
Комсомольское	Co	2,5	4	6,5	Среднее Мелкое Среднее
	S	2600	1900	4500	
	Cu	40	30	70	
Тарыннахское Горкитское Ималыкское	Co	11	8	19	Мелкое Мелкое Крупное
	S	590	685	1275	
	Cu	40	47	87	
	Co	3	3,5	6,5	
	Au	> 2	> 1	> 3	

Примечание. Запасы и прогнозные ресурсы бора не приводятся.

групповых проб из хвостов магнитной сепарации. Количество золота 0,2–0,8 г/т. Позднее в ЦНИГРИ было подтверждено высокое содержание золота в железистых кварцитах характеризующих месторождений. Специальные работы по количественной оценке золотистости железистых кварцитов района и закономерностям распределения золота не проводилось. По нашим предварительным расчетам, прогнозные ресурсы золота в железистых кварцитах на трех разведанных месторождениях составляют (по категориям P₂+P₃) более 2000 т при среднем содержании 0,5 г/т.

В это же время на Тарыннахском и Горкитском месторождениях как в самих железистых кварцитах, так и в межрудных прослоях установлено содержание MnO более 25 %. Марганец связан со спессартином и амфиболами, а также с развившимися по ним корам выветривания. По данным химического анализа штучных проб, отобранных на разных участках, содержание MnO в рудах колеблется от 0,09 до 0,85 %, в среднем 0,38 %. Требуется специальная оценка марганценосности месторождения с целью обнаружения промышленного скопления окисленных марганцевых руд в корках выветривания, а также оценка железных руд на промышленные концентрации германия.

Как показывают наши предварительные подсчеты, в железных рудах месторождений сырьевой базы Таежного и Тарыннахского ГОКов потенциально могут быть сосредоточены запасы, эквивалентные уникальным месторождениям кобальта и золота, среднему месторождению меди и серебра, мелким месторождениям цинка, редких земель, апатита (табл. 6). Следует провести оценку турмалиновых сланцев, кварцитов и гнейсов, широко развитых в пределах железорудных месторождений.

Выводы

Приведенные данные указывают на то, что железорудные месторождения Озернинского рудного узла и Южной Якутии представляют собой огромный резерв ресурсов и запасов ванадия, кобальта, меди, цинка, золота, апатита, бора и других полезных ископаемых, круг которых будет расширяться. Однако для их извлечения необходим большой объем исследовательских работ с целью подсчета запасов и прогнозных ресурсов всех компонентов железных руд, которые могут иметь промышленное значение. Главным образом из-за давности и неоднократности разведки изученность вещественного состава руд на абсолютном большинстве железорудных ме-



сторождений не отвечает требованиям, которые предъявлялись ГКЗ СССР и РФ к изученности комплексных месторождений. Подсчет запасов попутных компонентов (за исключением 2–3 случаев) в настоящее время не может быть выполнен из-за отсутствия систематического опробования, почти полной непригодности данных по технологической изученности выделенных собственных концентратов попутных компонентов, так как технологические пробы, особенно в начальный период разведки, отобраны без учета распределения попутных компонентов и являются для них в значительной степени случайными. Большинство проб отобрано и изучено десятки лет назад и не отвечает современному уровню техники и технологии обогащения. Разработанные в периоды проведения разведки технологические схемы получения концентратов попутных компонентов исходили из безусловного включения в технологическую цепь обогащения звена сухой магнитной сепарации со значительным объемом отвальных хвостов, с которыми уходит большая часть попутных компонентов, связанных с немагнитной фракцией руд.

Предварительные исследования по получению концентратов попутных компонентов указывают на принципиальную возможность комплексного использования железных руд, причем показатели обогащения в связи с усовершенствованиями за истекший период в технологии и технике обогащения должны рассматриваться как минимальные. При планировании геолого-разведочных работ, технологических исследованиях, эксплуатации, получении конечной продукции, расчете рентабельности предприятия и т. д. большинство попутных компонентов в железорудных месторождениях до сих пор не учитывается или учитывается в недостаточной мере, несмотря на возможность значительной экономии средств и получения соответствующей прибыли. **В основе проекта ГОКа должны быть утверждены ГКЗ запасы компонентов-примесей со всеми требованиями к их изучению.**

Представленные материалы показывают, что железорудные месторождения в Центральной Бурятии и Южной Якутии недоизучены в качестве комплексных. В связи с этим и освоение месторождений, и строительство ГОКов в указанных районах противоречит Закону РФ «О недрах» и не может осуществляться без дополнительных геолого-разведочных и особенно технологических работ.

В соответствии с инновационной стратегией по глубокой переработке минерального сырья и модернизации производства рекомендуется разработать более обоснованные, чем приведенные в настоящей статье, предельные параметры минимальных промышленных содержаний, запасов, годовой производительности по концентрату или сумме концентратов попутных компонентов

для квалификации железных руд как комплексных или условно комплексных. На этой основе необходимо:

- выполнить прогнозную оценку попутных компонентов с рассмотрением материалов в соответствующей организации;
- решить вопрос комплексной переработки сырья не на отдельных объектах, а в целом для региона;
- на комплексных железорудных месторождениях выделить участки с повышенным содержанием попутных компонентов;
- ликвидировать отставание в изученности вещественного состава железных руд, прежде всего резервных месторождений, в соответствии с разработанными требованиями по оценке комплексных руд, исключаяющими возвращение к решению этого вопроса в процессе последующей эксплуатации на основании принципа: все руды являются комплексными, а их деление на черные, цветные и редкометалльные чисто условно.

В Центральной Бурятии (Озернинский рудный узел) и Южной Якутии после дополнительного изучения необходимо на практике осуществить переход на более совершенную систему использования минерального сырья и сформировать региональные промышленные комплексы по извлечению всех компонентов.

СНИИГТИМСу рекомендуется продолжить ревизионную оценку имеющихся материалов (фондовых и опубликованных) по железорудным месторождениям сырьевой базы черной металлургии Сибири на комплекс попутных компонентов в рудах с подсчетом прогнозных ресурсов, разработкой рекомендаций по их дальнейшей оценке, глубокой переработке и инновационной технологии освоения; составить ТЭД целесообразности дальнейшего изучения месторождений; разработать методические рекомендации по оценке комплексных железорудных месторождений Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Борисенко, Л. Ф.** Основные направления повышения комплексного использования железных руд [Текст] / Л. Ф. Борисенко // Рудная геохимия и геохимия магматогенных месторождений. – М. : Наука, 1980. – С. 211–225.
2. **Железорудные** месторождения Сибири [Текст] / Отв. ред. В. А. Кузнецов. – Новосибирск : Наука, 1981. – 238 с.
3. **Кассандров, Э. Г.** О золотоносности железистых кварцитов Алданского щита [Текст] / Э. Г. Кассандров, В. А. Мариич // Геология и геофизика. – 1979. – № 2. – С. 87–91.
4. **Кассандров, Э. Г.** О комплексном использовании железных руд Холзунского месторождения в Горном Алтае и перспективах создания на его основе крупного горнорудного предприятия [Текст] / Э. Г. Кассандров // Оценка, прогнозирование



ние, рациональное использование и охрана минеральных ресурсов. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 95–98.

5. **Комплексное** использование сульфидно-магнетитовых руд в СССР [Текст] / В. Н. Комлев, С. А. Кулигин, Н. С. Ревзина [и др.] // Бюл. НТИ. Черная металлургия. – 1982. – Вып. 5 (913). – С. 3–24.

6. **Рациональное** использование недр: проблемы и пути решения [Текст] / Л. З. Быховский, Г. А. Машковцев, Б. Г. Самсонов, Е. М. Эпштейн // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений твердых полезных ископаемых : Обзорная информация. – М. : Геоинформмарк, 1997. – 42 с.

7. **Рыжонков, Д. И.** О металлургическом переделе комплексных железных руд [Текст] / Д. И. Рыжонков, Л. Н. Коробов // II Всесоюзная конференция по комплексному использованию руд и концентратов : Тез. докл. Ч. 1. – М., 1982. – С. 19–20.

8. **Перспективы** комплексного освоения минеральных ресурсов Еравнинского района в Бурятской АССР [Текст] / Ю. А. Нуварьева, В. И. Иванов, Н. Е. Матюхин [и др.] // Оценка, прогнозирование, рациональное использование и охрана минеральных ресурсов. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 85–89.

9. **Курс** рудных месторождений [Текст] / В. И. Смирнов, А. И. Гинзбург, В. М. Григорьев, Г. Ф. Яковлев. – М. : Недра, 1981. – 348 с.

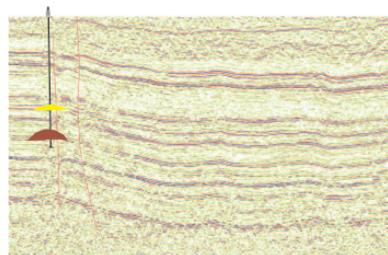
© Э. Г. Кассандров, 2012

ОАО «Якутскгеофизика» – старейшее в Якутии предприятие нефтегазовой отрасли

Наш фирменный слоган:
«От истоков к совершенству! Основано в 1950 году»



ОАО «Якутскгеофизика» проводит полевые геофизические работы, обработку и интерпретацию полученных материалов и результатов исследования, прогнозирует местонахождение залежей углеводородов и пополняет региональный банк данных о месторождениях. За более чем 60 лет производственной деятельности якутскими геофизиками отработаны оптимальные организационные и транспортные особенности полевых исследований в тяжелых климатических и географических условиях северного региона. Можно смело утверждать, что изучены все сейсмологические условия и выработана четкая методология проведения сейсморазведки во всех нефтегазоносных областях Якутии.



В результате широкомасштабных нефтегазопоисковых работ в Республике Саха (Якутия) при участии специалистов ОАО «Якутскгеофизика» открыто свыше 40 нефтегазовых месторождений, в том числе на Непско-Ботубинской антеклизе уникальные Среднеботубинское, Талаканское и Чаяндинское.

Только в последние годы по материалам ОАО «Якутскгеофизика» открыты Верхнепеледуйское и Восточно-Алинское нефтегазовые месторождения и получены многочисленные притоки на ряде объектов, которые вводятся в эксплуатацию.

В 2011 году ОАО «Якутскгеофизика» получило сертификат соответствия требованиям стандарта ИСО 9001:2008 и сертификат соответствия требованиям OHSAS 18001:2007.

Внедрение системы менеджмента качества подтверждает намерение коллектива динамично развивать компанию в условиях обострения конкурентной борьбы на нефтегазосервисном рынке Дальневосточного региона.

677008, Якутск, ул. Билибина, 1
Телефон (4112) 36-81-58
Факс (4112) 36-82-25

E-mail : First@ykgf.ru
Сайт: www.ykgf.ru

Генеральный директор *Белецкий Виктор Петрович*