

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.274.53

П.А.Филиппов

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ

В современном мире черная металлургия обуславливает уровень развития экономики и высокую занятость населения в общественно полезном труде, так как отличается большой масштабностью производства, материально- и энергоемкостью. Она потребляет около четверти добываемого угля, 15% промышленной энергетики, 12% природного газа и обеспечивает до 20% грузооборота железнодорожного транспорта.

На железорудную промышленность возложена задача обеспечения в полном объеме сырьем черной металлургии и потребностей экспорта. Эта задача базируется на выводах специалистов Института мировой экономики и международных отношений РАН, которые утверждают, что сталь и изделия из черных металлов в мировой экономике не только сохранили роль основного конструктивного материала в обозримом будущем, но и будут иметь тенденцию к росту [1].

Чтобы России сохранить в мире свои позиции в экономике, она должна более чем вдвое увеличить объем производства стали, довести его до 55-65 млн.т., а производство товарной руды соответственно до 110-130 млн.т. [2]. Одним из главных показателей, определяющих состояние горного дела любой страны, является количество добываемых минеральных продуктов, в том числе значительного ряда элементов периодической системы, образующих гамму черных металлов. Большая часть производства железорудного сырья и легирующих

металлов сосредоточена в 12 странах, на которые приходится 91% мировой товарной продукции. Основной объем добываемых черных металлов сосредоточен в 10 странах, из которых около 63% приходится на Бразилию, Австралию и Индию. Россия в этом ряду занимает четвертую позицию (7% от мирового производства). Похожая ситуация и с добычей железа.

Ведущие эксперты [3 – 5] полагают, что в ближайший период времени мировое производство железной руды должно увеличиться до 1160 млн. т., а максимальный прирост будет наблюдаться в Бразилии (до 220 млн. т.) и в Австралии (до 197 млн. т.). Потребление железной руды в Китае, являющемся крупнейшим продуцентом стали, увеличится на 43 – 46 млн. т. и достигнет 370 млн. т.

Россия – один из крупнейших производителей товарных железных руд. Потенциал отрасли оценивается более чем в 200 млрд. т.: запасы руды на балансе страны составляют около 100 млрд. т. и столько же – прогнозные ресурсы.

Среднее содержание железа в балансовых запасах составляет 36%, что намного ниже, чем в Австралии (60%) и Индии (61%). Естественно, что значительная часть запасов железных руд РФ уступает мировым стандартам, малорентабельна в разработке по сравнению с зарубежными аналогами из-за низкого содержания металла в рудах, сложных климатических и горно-геологических условий. Но даже в этих условиях, по объему экспорта черных метал-

лов (свыше 10% мирового или 30 млн. т.) Россия занимает одно из первых мест в мире. Положение России в металлургическом производстве и горнодобывающем мире является весомым и достаточно стабильным.

Около 60% балансовых железных руд России сосредоточены в крупнейшем железорудном бассейне мира - Курской магнитной аномалии. Этот регион находится в юрисдикции Центрального федерального округа, где функционируют мощные горно-обогатительные комбинаты - Михайловский, Лебединский, Стойленский (открытый способ разработки), комбинат КМАруда (подземные горные работы), строится подземный рудник «Яковлевский».

Эти предприятия обеспечены запасами более чем на 70 лет и находятся в самом выгодном положении. Уральский и Сибирский федеральные округа примерно равнозначны по своим запасам балансовых руд (15,0 и 12,9% соответственно), но в Сибирском округе происходит более ускоренная отработка запасов в проектных контурах. Балансовые запасы Северо-Западного федерального округа в наибольшей мере вовлечены в эксплуатацию (61,9%) ирабатываются высокими темпами.

Эксплуатация месторождений железных руд Дальневосточного округа, где числятся на балансе 4,4 млрд. т. запасов, не ведется, но планируются к разработке [6]. Месторождения с незначительными балансовыми запасами Приволжского округа пока не представляют для

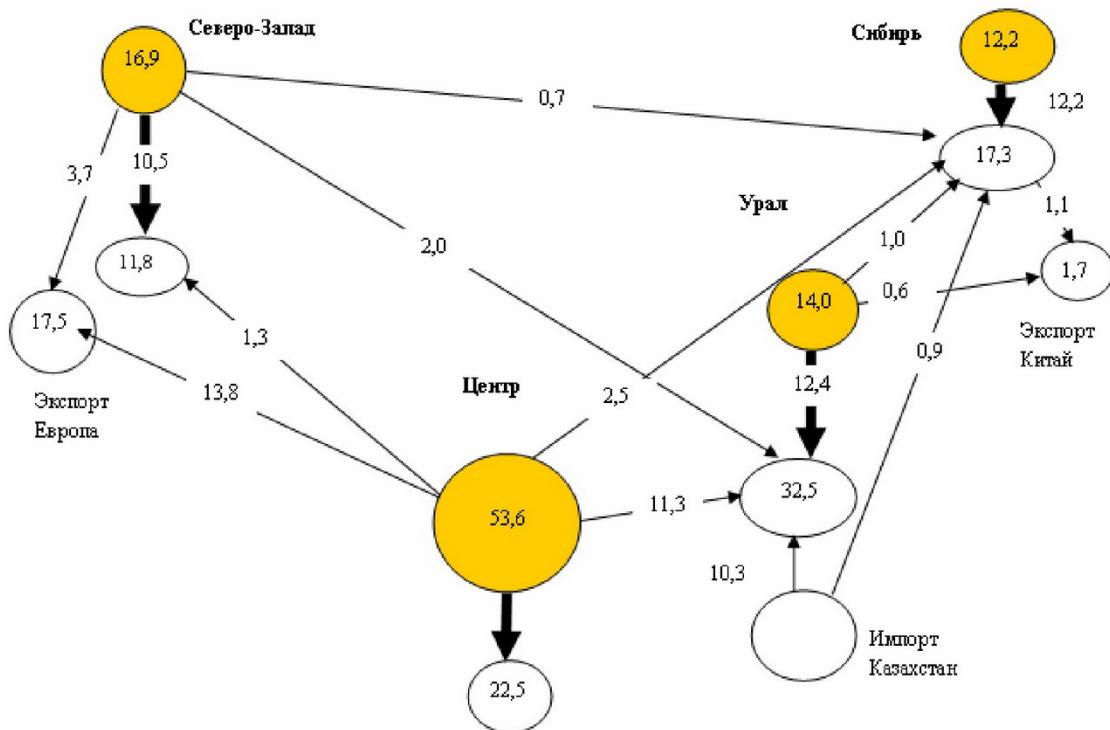


Рис. 1. Поставки товарной железной руды по регионам России, млн. т.:

- - поставка сырья горными предприятиями региона
- - использование сырья в регионе и на экспорт

российской экономики интереса и не разрабатываются.

Минерально-сырьевая база черной металлургии Сибирского региона включает в себя значительный ряд железорудных месторождений и нерудных полезных ископаемых – флюсовых известняков, доломитов и кварцитов. Большинство эксплуатируемых месторождений сосредоточено в основном в Кемеровской области. Железные руды также добываются в Красноярском крае, Хакасии и Иркутской области.

Только в Алтае - Саянской складчатой области имеется несколько сотен рудопроявлений и месторождений железа, в том числе более 10 достаточно крупных. К последним относятся: Таштагольское, Шерегешевское, Абаканское, Тейское, Белорецкое, Инское, Ампальское и другие – каждое с запасами более 100 млн. т. Руды этих месторождений для Сибирского региона считаются наиболее ценными, легкообогатимыми и содержащими 33-35% железа, а также ряд ценных легирующих примесей (марганца, кобальта,

никеля и других элементов).

Значительное количество месторождений железных руд, имеющих очень большие прогнозные ресурсы (Харловское в Алтайском крае, Бакчарское в Томской области и некоторые другие) еще в достаточной мере не разведаны, не исследованы на обогатимость и потому пока не востребованы.

Действующие сибирские рудники, отрабатывающие месторождения Таштагольское, Шерегешевское, Казское в Горной Шории, Абаканское и Тейское в Хакасии, Ирбинское в Красноярском крае, добывают ежегодно около 14 млн.т. сырой руды, в том числе подземным способом 8,8 млн.т.

На подземных рудниках трудятся 5350 горняков, на открытых горных работах заняты 1560 человек. Эти горнорудные предприятия аффилированы «ЕвразХолдингу», которому также принадлежат Западно-Сибирский (ЗСМК) и Новокузнецкий (НКМК) металлургические комбинаты и они являются основой сырьевой базы металлургии региона. Добыываемые

магнетитовые руды обогащаются на прирудничных дробильно-обогатительных фабриках методом сухой магнитной сепарации, затем первичные концентраты (промпродукты) поступают на районные фабрики глубокого обогащения - Мундыбашскую и Абагурскую, где содержание железа доводится до 62%, а уже товарная железная руда поступает для доменного производства ЗСМК и НКМК. По похожим технологическим схемам снабжаются товарной железной рудой и другие металлургические комбинаты России.

В условиях выбытия мощностей действующих горных предприятий, а это касается в первую очередь Урала и Сибири, ощутимо проявляется диспропорция в географическом размещении мощностей сырьевой базы по отношению к металлургическим заводам (рис. 1). Как видно здесь (на примере 2004 года), Центр РФ (бассейн КМА) имел значительный избыток железорудного сырья. Из 53,6 млн. т. произведенной там товарной железной руды, она

поставлялась во все остальные металлургические регионы (15,8 млн. т. или 28,2 %), а также на экспорт – 13,8 млн.т., что составило 25,7 %. Северо-Западный регион по производству железорудного сырья был и остался самодостаточным.

В то же время металлургические комбинаты Урала и Сибири работали с дефицитом и были вынуждены завозить товарную руду из дальних регионов. Так, Уральский регион получил из Европейской части России 13,3 млн. т. (41%) и 32% руды импортировал из Казахстана. Сибирский регион обеспечивал себя сырьем только на 70%, из объема привозного сырья большая доля приходилась на Центр – 49%. В этой ситуации естественно, что дальние перевозки существенно удешевляют товарную продукцию – железорудный концентрат, агломерационную руду и окатыши.

До 2014 г. прогнозные объемы производства чугуна на ЗСМК и НКМК являются достаточно стабильными. Необходимые объемы вторичного концентрата (товарной железной руды) для обеспечения планируемого объема производства чугуна по металлургическим комбинатам Сибири иллюстрируются рис. 2., откуда видно, что ближайшие десять лет металлургические комбинаты Сибири будут продолжать испытывать дефицит товарной руды местной сырьевой базы даже при реализации к этому сроку своих инвестиционных программ. Таким образом, вопросы развития производственных мощностей и эффективности применяемых технологий добычи железной руды в регионе остаются по-прежнему актуальными.

Таблица 1. Объемы и удельный вес открытого и подземного способов добычи железной руды в России по годам

Способ	1980	1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Открытый, млн.т.	179,6	234,6	178,8	194,3	208,2	197,8	203,7	223,9	236,6	241,2
%	85,2	89,1	93,0	92,5	92,6	91,8	91,9	92,8	92,5	92,7

Способ	1980	1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Подземный,млн.т	31,1	28,7	13,4	15,7	16,6	17,7	17,9	17,5	19,1	18,9
%	14,8	10,9	7,0	7,5	7,4	8,2	8,1	7,2	7,5	7,3

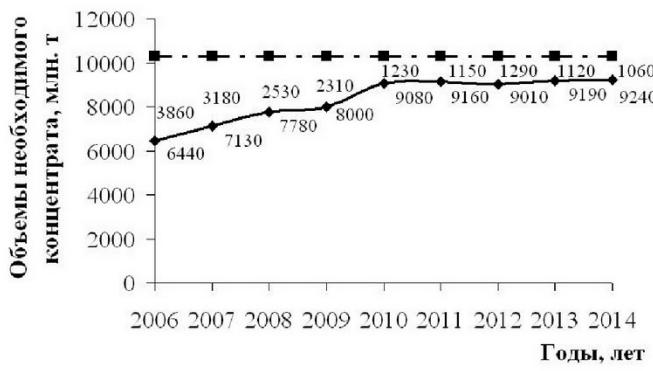


Рис. 2. Объемы собственного и привозного сырья для ЗСМК и НКМК: ряд 1 – объем собственного концентрата; ряд 2 – необходимый объем концентрата

Общеизвестно, что рентабельность производства металлопродукции на комбинатах будет во многом зависеть от уровня тарифов на перевозку руды железнодорожным транспортом, а расстояния между потребителями сырья и горнодобывающими регионами весьма значительны и это является негативным элементом для экономики Уральского и Сибирского регионов.

Другой крупной составляющей, от которой зависит себестоимость товарной продукции, является способ разработки месторождения. Из освоенных крупных железорудных месторождений 10 разрабатываются открытым способом, 6 подземным. Добыча железной руды в России ведется на 30 карьерах и 11 шахтах.

Соотношение удельного веса открытого и подземного способов добычи сырой железной руды в России приведено в табл. 1, откуда видно, что последние 25 лет сохраняется тенденция повышения удельного веса открытой добычи руды и снижения подземной.

В период с 1980 по 1990 гг. удельный вес подземного способа разработки снизился с 14,8

до 10,9% (более чем на четверть), в период с 1990 – 1998 гг. уменьшился еще до 7%, а с 1998 года до настоящего времени существенно не менялся.

Иная ситуация, в отличие от общероссийской, складывается в Сибирском регионе. Здесь на горнодобывающих предприятиях доля подземного способа разработки превалирует и составляет более половины общей добычи железной руды. Соотношение подземного и открытого способов разработки железорудных месторождений Сибири (кроме Коршуновского) приведено в табл.2.

Учитывая столь высокий удельный объем подземного способа разработки месторождений железных руд Сибирского региона, трудно переоценить значение современных технологий ее добычи, особенно в условиях рыночной экономики и ближайшей перспективы.

На протяжении многих лет сохраняется и даже несколько увеличивается разница в уровне себестоимости добычи руды открытым и подземным способами. В 2006 г. себестоимость добычи 1т. сырой руды на подземных горных работах оказалась выше в 2,5 раза себестоимости

ности открытого способа. При подземном способе разработки максимальная себестоимость добычи сырой руды была на Таштагольской шахте – 279,3 руб./т, при открытой разработке – на Тейском карьере (105,6).

На подземных рудниках Сибири преимущественно используются системы этажного принудительного панельного обрушения и этажно-камерная. По способам погрузки вибродоставочными установками и скреперами добыча руды распределается соответственно в соотношении 90 и 10% (Казская шахта 46,3% руды выпускает скреперными установками). Самоходное оборудование ни одна действующая железорудная шахта в Сибири не использует.

Наибольшие показатели производительности труда за 2006 год достигнуты на Шерегешской шахте. Производительность труда подземного рабочего составила 20,4 т/см., проходчика горных выработок 0,63 п.м./см., машиниста буровой установки – 21,3 п.м./см.

Однако, эти показатели производительности труда на отечественных железорудных предприятиях значительно ниже (в 5-6 раз), чем в ведущих рудодобывающих странах [7]. Причины столь высокого отставания - значимо худшие горногеологические условия наших месторождений, климат Сибирского региона, длительный период кризисной ситуации в России, а самое главное - слабый технический прогресс, особенно на подземных горных работах.

В ближайшие годы ожидается увеличение доли подземного способа разработки[8]. Это выдвигает перед горным делом новые цели и задачи – научное обоснование, проектное воплощение и безопасное использование конкурентоспособных высокопроизводительных способов разработки месторождений на базе комплексов мобильного самоходного оборудования.

Таблица 2 . Добыча сырой руды рудниками «Евразруды», тыс. т

Рудник	2004г.	2005г.	2006г.
С подземной добычей			
Таштагольский	1833	1916	1813
Шерегешский	3435	3026	3480
Казский	1470	1497	1494
Абаканский	2002	1999	2000
Итого (%)	8740(61,7)	8438(62,0)	8787(62,9)
С открытой добычей			
Ирбинский	2793	2514	2389
Тейский	2633	2651	2803
Итого (%)	5426(38,3)	5165(38,0)	5192(37,1)
Всего	14166	13603	13979

Современное самоходное оборудование отличает мобильность, универсальность, в отдельных случаях автономность, возможность полной автоматизации и, конечно, повышение безопасности горных работ и культуры труда. К сожалению, в отечественной практике отсутствует опыт отработки железорудных месторождений с самоходным оборудованием. За рубежом при разработке мощных крутопадающих месторождений широкое распространение получили технологии подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды самоходными машинами. Наиболее характерным примером высокоеффективной добычи крепких железных руд этой системой разработки с торцевым выпуском руды могут служить рудники Швеции (Кируна, Мальмгерт), США и Канады (Пи Ридж, Тексада). Они имеют удовлетворительные показатели извлечения руды (потери от 10 до 15%, разубоживание от 12 до 22%), высокую производительность труда одного рабочего по системе разработки, достигающей 120т/чел.-см., что значительно превышает этот показатель на сибирских шахтах. На рудниках шведской компании ЛКАБ «Кируна» и «Мальмгерт» работают в подземных условиях 1150 человек и добывает она более 18 млн.т. руды.

Вместе с тем, этим технологиям присущ ряд недостатков. Очистные работы ведутся в тупиковых забоях, что ухудшает условия труда горняков и

требует дополнительных затрат на проветривание. Уровень потерь и разубоживания руды относительно систем разработки с закладкой является существенно завышенным. В этой связи ИГД СО РАН применительно к горно-геологическим и геомеханическим условиям железорудных месторождений Сибири предложена система разработки подэтажным обрушением с площадно-торцовыми выпуском руды и применением комплексов самоходного оборудования, как основного, так и вспомогательного назначения [9].

При этой технологии (рис. 1.3) подготовительно-нарезные работы заключаются в проведении транспортного уклона, рудоспусков, буро-доставочных ортов и заездов, транспортных и отрезных штреков. Очистная выемка включает следующие основные процессы: бурение, послойную отбойку руды; выпуск ее через торцы буро-доставочных ортов и заездов, доставку до участкового рудоспуска. Вентиляция забоев осуществляется за счет общешахтной депрессии. В качестве основного горного оборудования можно использовать буровые каретки типа Тамрок, погрузочные машины типа Торо-500Е с электрическим приводом на очистных и дизельным - на проходческих работах, на бурении скважин - станки типа Симба-269.

Доставка самоходного оборудования в шахту по условию ремонта и обслуживания предпочтительна на вновь осваивае-

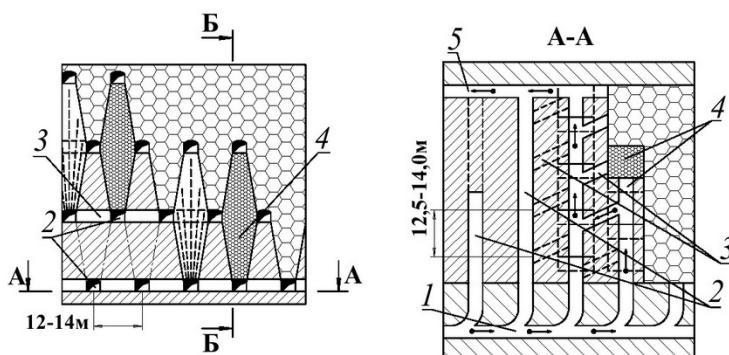


Рис. 3. Технология подэтажного обрушения с площадно-торцовым выпуском руды: 1 – транспортный штrek; 2 – буро-доставочный орт; 3 – погрузочные заезды; 4 – слой отбитой руды; 5 – вентиляционный (отрезной) штrek

мых месторождениях по наклонному съезду, пройденному с поверхности; при комбинированной отработке - с борта карьера; на действующих подземных рудниках в первый период - по стволам шахты.

Система подэтажного обрушения с площадно-торцовым выпуском отличается простотой конструкции и гибкостью, позволяет эффективнее оконтуривать и осуществлять выемку запасов рудных тел сложной формы. Основные процессы проходки выработок и очистной выемки выполняются высоко-

производительным самоходным оборудованием. Буровые и доставочные горизонты совмещены в пространстве, отсутствуют всякого рода целики, воронки и тупиковые сбоiki. Такой технологией создаются относительно простые способы управления высоким горным давлением, обеспечивается выпуск руды без зависаний.

В настоящее время сотрудниками института ведутся исследовательские работы по обоснованию технического перевооружения Шерегешского рудника, комбинированной от-

работки Тейского месторождения, вскрытия и эксплуатации Инского и Белорецкого железорудных месторождений. Всеми вариантами предусмотрено использование комплексов самоходного оборудования. Отличительными особенностями предлагаемой технологии подземной разработки железорудных месторождений, по сравнению с известными вариантами, в том числе и «шведским», является ее адаптированность к существующим условиям, возможность выведения всех показателей подземного способа к уровню открытых горных работ.

Таким образом, мы полагаем, что одним из основных путей безопасного и эффективного способа подземной разработки железорудных месторождений может быть освоение на действующих и заложение в проекты на стадии ТЭО инвестиций будущих предприятий системы разработки подэтажным обрушением с использованием комплексов самоходного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катунин В.В., Антипин В.Г. Состояние мирового рынка стали и некоторые тенденции его развития //Черная металлургия: Бюл.НТИ.-2001.-№6; с.3-18.
2. Куклин И.С., Яковлев В.Л. Железорудная промышленность России в последнем десятилетии 20^{го} века.- Екатеринбург.: ИГД УрО РАН, 2002.-70с.
3. Козловский Е.А. Состояние и направления развития минерально-сырьевой базы России // Горный журнал.- 2003.-№10, с.4-6.
4. Эриксон М. Железная руда: обзор мирового рынка // Горный журнал.- 2005.-№1, с.3-8.
5. Архипов Г.И. Дальневосточная черная металлургия: железорудносырьевая база и возможности развития.- Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 2005.-234с.
6. Filippov P., Pershin V., Doroguntsova N .Developing Prospect of a Base of Exploiting Raw Materials in Far East Areas for Iron Metallurgy. В сборнике « NEW PROGRESS ON CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE » - Science Press USA Inc.- 2004, с11-116.
7. Canadian iron ore industry // Skill Mining Rev.-1998.- V.87, №29,-P.7-8.
8. Капунов Д.Р., Сухорученков А.И., Юков В.А. Усиление роли подземной добычи при разработке железорудных месторождений // Горный журнал.-2006.-№4, с.52-55.
9. Патент РФ.№2208162. Способ разработки рудных месторождений подэтажным обрушением //Фрейдин А.М., Кореньков Э.Н., Филиппов П.А. и др./ Опубл. в БИ №19, 2003.

Автор статьи:

Филиппов

Петр Алексеевич

- канд.техн.наук, вед. науч. сотр. лаб. подземной
разработки рудных месторождений Института
горного дела СО РАН