

В. И. ЧЕРНЯВСКИЙ

## ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ КОСТОМУКШСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАССР

### 1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ КОСТОМУКШСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

За последние 10 лет (1948—1958 гг.) добыча железной руды в Советском Союзе возросла более чем в три раза и в 1958 г. составила 88,8 млн. *t*, превысив добычу железной руды в США на 19,7 млн. *t*.

Несмотря на огромные успехи в развитии рудной базы страны, она систематически отставала от роста мощностей металлургии. В результате создалось несоответствие между потребностью в железорудном сырье и возможностью его производства, что и обусловило необходимость ускоренного развития рудной базы. Для решения поставленной задачи в текущем семилетии предстоит коренным образом изменить положение с сырьевой базой и довести ее мощность к 1965 г. до 150—160 млн. *t* товарной продукции. В дальнейшем, за пределами семилетки, потребность в железорудном сырье будет ежегодно возрастать.

Развитие горнорудной промышленности требует значительных капиталовложений. Предусмотренные контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. капиталовложения в эту отрасль промышленности в 2,8 раза превышают фактические затраты за предыдущее семилетие.

Развитие рудной базы пойдет, во-первых, за счет расширения и реконструкции действующих предприятий и, во-вторых, за счет строительства новых.

Новые предприятия будут строиться не только на месторождениях с богатыми и легкообогатимыми рудами, но и на таких, которые еще 5—6 лет тому назад по содержанию железа считались непромышленными. Такая возможность появилась в результате освоения в промышленных масштабах простых и дешевых методов обогащения, которые в совокупности с открытым способом разработки и новой высокопроизводительной техникой позволяют экономически рационально получать высококачественное металлургическое сырье из бедных руд. Так, например, в Криворожском бассейне в текущем семилетии на базе бедных железистых кварцитов будет построено пять мощных

горнообогатительных комбинатов. Такие же комбинаты предусмотрено построить в Казахстане и других районах страны. На Северо-Западе СССР расширяется Оленегорский рудник и его обогатительная фабрика, заканчивается строительство Ено-Ковдорского рудника.

Будут осваиваться также богатые рудами месторождения Курской магнитной аномалии: Лебединское, Южно-Лебединское, Михайловское и др., использование которых было затруднено из-за сложных горно-геологических условий.

Освоение перечисленных и ряда других месторождений позволит создать такую рудную базу, которая будет удовлетворять не только текущую потребность металлургии, но обеспечит необходимый резерв мощностей горнорудной промышленности.

Советский Союз располагает практически неограниченными ресурсами для быстрого развития рудной базы и рационального размещения предприятий. По состоянию на 1/1 1958 г. разведанные запасы по категориям  $A_2 + B + C_1$  определяются в количестве 38,3 млрд. т, что составляет более 40% мировых запасов\*. В табл. 1 показано размещение этих запасов, содержание железа в рудах и их распределение по технологическим типам.

Таблица 1

Размещение балансовых запасов и распределение их по технологическим типам руд

Экономические районы	Балансовые запасы по категориям $A + B + C_1$ на 1/1 1958 г.			В том числе, млрд. т		
	млрд. т	процент к общесоюзным запасам	содержание железа, %	легкообогатимые	не требующие обогащения	обогатимые по сложным схемам
Северо-Запад . . . . .	1,7	4,4	31	1,7	—	—
Центр . . . . .	8,1	21,2	43	4,5	2,2	1,4
Украина . . . . .	11,7	30,54	41	6,2	1,9	3,6
Закавказье . . . . .	0,1	0,26	38	0,1	—	—
Урал . . . . .	5,9	15,4	23	5,1	0,5	0,3
Западная Сибирь . . . . .	0,4	1,04	40	0,4	0,05	—
Восточная Сибирь . . . . .	3,2	8,4	40	1,4	0,5	1,3
Дальний Восток . . . . .	0,4	1,04	40	0,3	0,05	0,03
Казахстан . . . . .	6,8	17,75	38	1,8	1,0	4,0
всего . . . . .	38,3	100	37,5	21,5	6,2	10,6

Из данных таблицы видно, что запасы руды в основном сосредоточены на Украине, в Центральных районах, на Урале и в Казахстане. Украинские и уральские руды составляют 45% общесоюзных запасов,

\* Баланс запасов полезных ископаемых СССР на 1 января 1958 г. Вып. 1, Железные руды. М., Госгеолтехиздат, 1958.

а развитая здесь горнорудная промышленность уже в 1957 г. дала 87,5% от общесоюзной добычи товарной руды.

Из общего количества балансовых запасов руды, не требующие обогащения, составляют не более 16%, а добыча их по отношению к добыче 1957 г. составила более 51%. Эти данные показывают, что размещение горнорудных предприятий не соответствует размещению запасов и что месторождения с бедными рудами осваиваются не в полной мере. Многие металлургические заводы работают на дальнепривозном сырье, что вызывает излишние перевозки. Высокая себестоимость металла этих заводов приводит, в свою очередь, к удорожанию продукции металлообрабатывающих и других металлопотребляющих отраслей промышленности.

В качестве примера можно назвать Череповецкий металлургический завод, рудной базой которого являются месторождения Кольского полуострова, удаленные от него более чем на 1500 км. Вместе с тем, Костомукшское железорудное месторождение, расположенное в КАССР, на 350—400 км ближе к Череповцу, до сих пор не используется и в текущем семилетии не предусматривается даже подготовка его к эксплуатации. Перевозки железорудного сырья с Кольского полуострова и топлива с Воркутинского бассейна требуют огромных транспортных затрат, которые повышают стоимость производства металла на Череповецком заводе. Ввод в эксплуатацию Костомукшского месторождения позволит снизить транспортные расходы до 30% и значительно удешевить металл.

Длительное отсутствие черной металлургии на Северо-Западе объясняется, главным образом, тем, что на территории этого обширного края до последнего десятилетия не было разведано ни одного сколько-нибудь значительного месторождения, на запасах которого можно было бы создать надежную сырьевую базу большого металлургического предприятия. После интенсивных поисков на Кольском полуострове были разведаны и в 1949—1951 гг. сланы в эксплуатацию Оленегорское, Ено-Ковдорское и Кировогорское месторождения с суммарными запасами по категориям А+В+С<sub>1</sub> около 700 млн. т. В 1953—1954 гг. была закончена разведка Костомукшского месторождения, запасы которого составляют 840 млн. т.

Только острая необходимость в собственной черной металлургии на Северо-Западе страны вынудила в качестве рудной базы Череповецкого металлургического завода принять месторождения Кольского полуострова, несмотря на значительную отдаленность их от потребителя.

В 1955 г. на Оленегорском месторождении было закончено строительство первой очереди рудника и фабрики. В настоящее время ведется их расширение и заканчивается строительство Ено-Ковдорского предприятия. Объем добычи руды и производство концентрата по этим предприятиям в текущем семилетии значительно возрастут, а к 1975 г. достигнут предельно возможного.

Однако даже при высоких темпах наращивания мощностей эти предприятия уже с 1965 г. не в состоянии будут полностью обеспечить Череповецкий металлургический завод рудным сырьем, если он будет работать на уровне проектируемой мощности.

Восполнить недостающее количество концентрата в 1965 г. можно лишь за счет доведения мощности Оленегорского и Ено-Ковдорского рудников до полной не к 1970, а к 1965 г. К 1970 г. должна быть построена первая очередь Костомукшского горнообогатительного комбината. В этом случае производство концентрата будет полностью удовлетворять потребности Череповецкого завода и в 1965 и в 1975 г.

Продукцию кольских предприятий можно поставлять также на экспорт. Вывоз оленегорских и ено-ковдорских концентратов на внешний рынок через Мурманский порт вместо использования их на Череповецком заводе имеет ряд преимуществ. Во-первых, стоимость кольских концентратов франко-Мурманский порт будет значительно ниже, чем на Череповецком металлургическом заводе, так как транспортные затраты здесь сокращаются больше чем в семь раз; во-вторых, использование взамен их более дешевых костомукшских концентратов позволит снизить себестоимость металла; в-третьих, экспортируемое в настоящее время железорудное сырье южных предприятий можно перерабатывать на отечественных заводах, а полученный металл, в случае надобности, с большей эффективностью экспортировать.

Изложенное подтверждает вывод о том, что наряду с кольскими должно быть начато промышленное освоение Костомукшского железорудного месторождения с поочередным вводом его в эксплуатацию не в далекой перспективе, за пределами 1975 г., а начиная с 1970 г. К 1965 г. должны быть закончены проектно-исследовательские и подготовительные работы и начато строительство комбината.

Экономическая эффективность разработки Костомукшского месторождения в 1959 г. определена предварительными исследованиями отдела экономики Карельского филиала Академии наук СССР, результаты которых приводятся ниже.

## II. ХАРАКТЕРИСТИКА КОСТОМУКШСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РАЙОНА

Костомукшское железорудное месторождение расположено в юго-западной части района Калевалы Карельской АССР, в 60 км от ст. Юшк-озеро вновь строящейся Западно-Карельской ж. д.

В орографическом отношении район месторождения и прилегающая к нему территория представляют собой слабо всхолмленную равнину с относительными превышениями от 10—20 до 60—70 м и с общим понижением поверхности с юга на север и с запада на восток. Весь район покрыт смешанным лесом, болотами и густой сетью озер. Участок, где расположено месторождение, представляет сплошной болотный массив, разобренный моренными грядами и холмами. Здесь протекает небольшая р. Костомукша, впадающая в оз. Костомукшское.

Экономика района развита слабо, население малочисленное, благоустроенных (грунтовых) дорог, связывающих месторождение с населенными пунктами, нет\*. Основное занятие населения — сельское хозяйство, рыболовство и лесозаготовки.

С постройкой Западно-Карельской ж. д. до ст. Юшкозеро и ветки от нее до месторождения транспортные условия резко изменятся. С вводом в эксплуатацию Костомукшского горнообогатительного комбината, а также лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий коренным образом изменится и экономика района. Для эксплуатации лесных массивов в 1959 г. в Юшкозере организован леспромхоз, который в будущем распространит свою деятельность и на район Костомукши.

Несмотря на большие потенциальные запасы гидроэнергетических ресурсов в средней Карелии, использование их осуществляется слабо. В текущем семилетии намечается строительство Верхне-Пугинской гидростанции и Кривопорожской ГЭС на р. Кеми. Первая из них

\* Ближайший населенный пункт — Вокнаволок в 45 км от месторождения.

расположена в 185, а вторая в 150 км от месторождения. В дальнейшем намечается строительство и других гидростанций. Все они будут закольцованы, и комбинат сможет получать энергию от единой государственной энергосистемы.

В геологическом строении месторождения принимает участие метаморфический комплекс пород нижнего протерозоя, представленный разнообразными кристаллическими сланцами (кварцево-амфиболо-биотитового состава), железистыми кварцитами и плагиопорфирами. Железистые кварциты в основном приурочены к верхнему горизонту пород метаморфической толщи и слагают параллельно вытянутые рудные пачки, переслаивающиеся с прослоями безрудных кристаллических сланцев.

Весь этот комплекс пород образует моноклиральную дугообразно изогнутую в плане складку, обращенную выпуклостью на юго-запад и открытую на северо-восток.

Рудное поле простирается в виде изогнутой полосы длиной до 15, шириной 0,7—1,8 км и разделяется на три участка: Северный, Центральный и Южный. Северный и Центральный участки, имеющие длину 8,5 км, простираются сначала в меридиональном направлении, затем круто поворачивают на юго-восток; Южный участок прослеживается почти в широтном направлении на расстоянии 6,5 км. Центральный и Южный участки представлены наиболее крупными, выдержанными по мощности и простираению рудными залежами, содержащими основные запасы руд месторождения.

Залесь Центрального участка мощностью от 40 в северной части до 360 м в южной прослеживается на 3 км. Внутри залежи, имеющей восточное падение под углом 70—85°, расположены безрудные прослои, мощность которых колеблется от 2 до 15, реже от 20 до 30 м.

Залесь Южного участка прослеживается в виде двух, последовательно расположенных полос протяженностью 1650—2000 м при мощности от 40 до 180 м, с углом падения 65—70°.

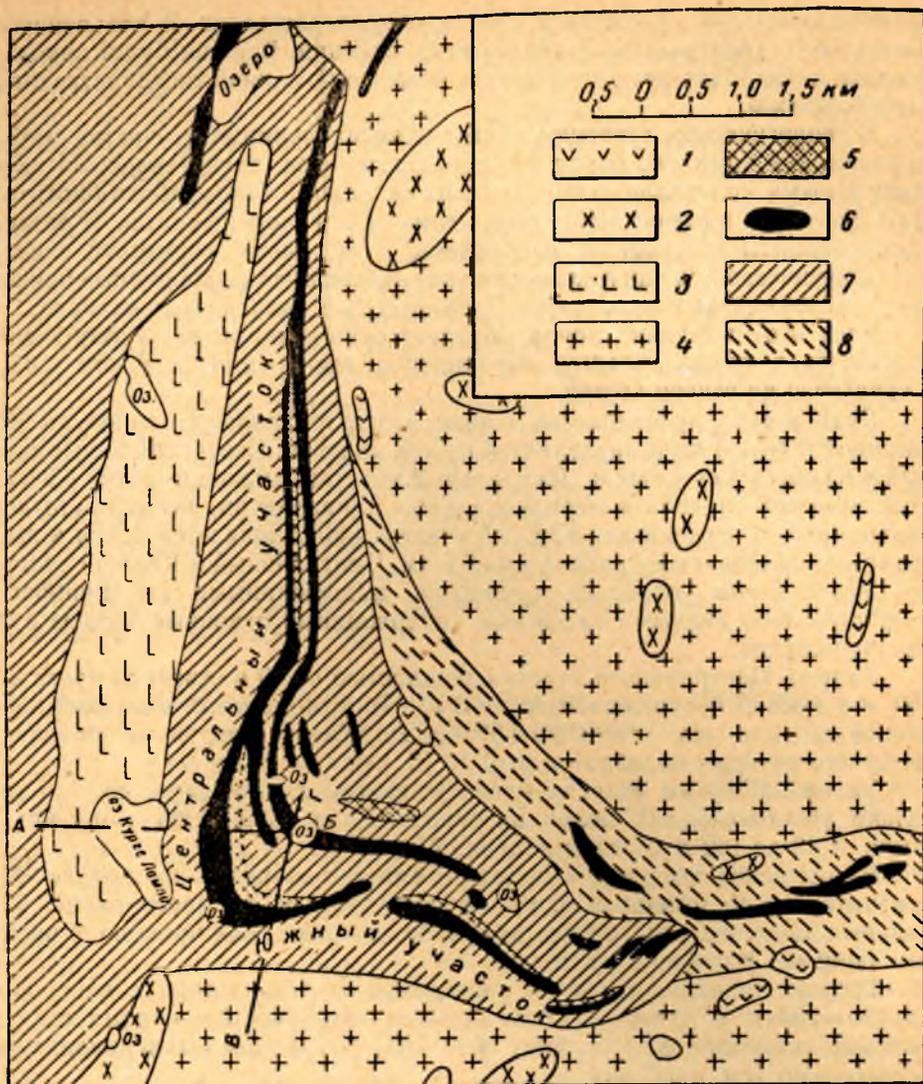
Кроме основных рудных залежей, имеется значительное количество сравнительно маломощных и менее выдержанных по простираению отдельных пачек железистых кварцитов, залегающих, как правило, висячем боку метаморфической толщи.

Рудные залежи подсечены разведочными скважинами в основном на 150—250 м и только залежь Центрального участка — тремя структурными скважинами на глубину 350—400 м. При этом выклинивание не установлено (см. рисунок).

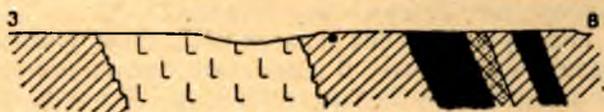
По состоянию на 1/1 1959 г. из общих запасов руды в 840,1 млн. *т* запасы, утвержденные ВКЗ по категориям А+В+С<sub>1</sub>, составляют 423,3 млн. *т* со средним содержанием железа 33,8%.

В 1954 г., после утверждения запасов ВКЗ, были произведены дополнительные разведочные работы. В результате суммарные балансовые запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> определились в 479,7 млн. *т*.

По минералогическому составу руды представлены железистыми кварцитами, магнетитово-амфиболовыми, амфиболо-магнетитовыми и биотито-магнетитовыми разностями. По крупности породообразующих минералов в основном они являются тонкозернистыми породами темно-серого цвета с ясно выраженной полосчатой текстурой. Содержание железа по отдельным участкам колеблется от 24,76 до 38,79% и в среднем по Центральному участку составляет 30,7, по Южному 34,8%. В целом по месторождению среднее содержание в руде: железа — 31,03; серы — 0,2; фосфора — 0,07; кремнезема — 38,53; глинозема — 0,14—2,34; окиси кальция и магния в сумме менее 2%. Данная характеристика свидетельствует о том, что руды Костомукшского месторождения по содержанию



по А-Б



по В-Г



Схематическая литолого-геологическая карта района Костомукшского железорудного месторождения:

1 — габбро-нориты и габбро-диабазы; 2 — микроклиновые граниты и их мигматиты по гнейсам; 3 — интрузивы (амфиболиты), измененные основные; 4 — граниты и гнейсо-граниты олигоклазовые; 5 — плагиопорфиры метаморфизованные; 6 — железистые кварциты с подчиненными им филлитовидными и другими сланцами; 7 — амфиболиты, сланцы кварц-амфиболовые, кварц-биотитовые, цоизит-амфиболовые и др.; 8 — гнейсо-сланцы биотитовые и амфибол-биотитовые.

Карта дана по книге: «Железорудная база черной металлургии СССР». М., Изд-во АН СССР, 1957.

в них железа относятся к бедным, а по испытаниям на обогатимость — к легкообогатимым.

Верхняя часть железистых кварцитов, расположенная непосредственно под четвертичными отложениями, местами окислена. Глубина залегания зоны окисления от поверхности неравномерная и колеблется от 5 до 48 м, мощность же этой зоны колеблется в среднем в пределах 2—11 м и в отдельных случаях достигает 41 м.

Запасы руды окисленной зоны не подсчитывались и в баланс не включены. По ориентировочным данным такие руды составляют около 10 млн. т.

Физические свойства руды и вмещающих пород характеризуются следующими данными: коэффициент крепости руды \* 15—20, пород 10—15, объемный вес руды колеблется от 3,28 до 3,48 и в среднем составляет 3,4; вмещающих пород — 2,6. Влагоемкость руды колеблется от 0,04 до 0,15%. Трещиноватость как железистых кварцитов, так и вмещающих пород наблюдается в виде нитевидных горизонтальных и косых трещин. Встречаются и более мощные трещины (2—3 см), являющиеся проводниками подземных вод. По совокупности всех физико-механических свойств железистые кварциты и вмещающие породы относятся к категории устойчивых, допускающих большой угол откоса.

Гидрологические условия месторождения сложные, так как оно находится в пониженной, сильно заболоченной местности с широко развитой гидрографической сетью. По данным исследований, приток воды в карьер на глубине 200 м составит до 1350 м<sup>3</sup>/ч.

### III. ДОБЫЧА РУДЫ

Учитывая геологические и горнотехнические условия Костомукшского месторождения, разработку его целесообразно производить открытым способом тремя карьерами.

Карьером № 1 следует разрабатывать наиболее разведанную часть основной залежи Центрального участка, карьерами № 2 и № 3 — основную залежь Южного участка.

В табл. 2 приводятся возможные размеры карьеров с учетом экономически выгодного коэффициента вскрыши, глубины разведки и физико-механических свойств руды и пустых пород.

Таблица 2  
Геометрические размеры карьеров

Показатели	Карьер № 1	Карьер № 2	Карьер № 3
Длина карьера, м			
но поверхности . . . . .	2308	1274	2209
по почве . . . . .	1770	1010	1945
Ширина карьера, м			
но поверхности . . . . .	758	308	322
по почве . . . . .	220	62	86
Глубина карьера от поверхности, м . . . . .	269	132	132
Площадь карьера по поверхности, м <sup>2</sup> . . . . .	1,75 млн.	392 тыс.	711 тыс.

\* По шкале М. М. Протодяконова.

Таблица 3

Объем руды, горной массы и пустых пород  
в контурах карьеров и коэффициенты вскрыши

№ карьеров	Горная масса		Руда		Пустая порода		Средний коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т
	млн. м <sup>3</sup>	млн. т	млн. м <sup>3</sup>	млн. т	млн. м <sup>3</sup>	млн. т	
№ 1 . . . . .	265,2	71,6	108,2	368,0	157,0	348,0	0,94
№ 2 . . . . .	28,8	77,6	9,9	33,6	18,9	44,1	1,34
№ 3 . . . . .	56,5	152,5	17,6	59,7	39,0	92,8	1,55
По всем карьерам	350,5	946,2	135,6	461,3	214,9	484,9	1,24

Годовая производительность каждого карьера и в целом всего предприятия по добыче сырой руды, по годовому понижению работ расчетным путем определена в объемах, показанных в табл. 4.

Таблица 4

Производительность карьеров, определенная по годовому понижению работ, млн. т

№ карьеров	Годовое понижение работ, м			
	5	6	7	8
№ 1 . . . . .	6,6	7,9	9,3	10,6
№ 2 . . . . .	1,06	1,3	1,5	1,7
№ 3 . . . . .	2,8	3,4	3,98	4,5
По всем карьерам . .	10,46	12,6	14,78	16,8

Из данных таблицы видно, что максимально возможная добыча руды при одновременной работе трех карьеров может быть доведена до 16,8 млн. т. В этом случае их эксплуатация будет возможна менее чем 28 лет, что не соответствует нормам технического проектирования, согласно которым амортизационный срок таких предприятий должен составлять не менее 35 лет. Кроме этого, для подачи на фабрику руды с равномерным содержанием железа добыча по карьерам № 1 и № 2 и 3 должна соответствовать отношению 3 : 1.

Учитывая это требование, а также требование минимального амортизационного срока предприятия, по отдельным карьерам принят оптимальный объем добычи: по карьере № 1—10,2 и по карьере № 3—3,5 млн. т, в целом по предприятию — 13,7 млн. т.

В этом случае срок эксплуатации рудника будет возможен в течение 34 лет, а с учетом развития и затухания добычи 39—40 лет. Чтобы обеспечить производство концентрата к 1965 и 1975 гг. в указанном выше объеме, строительство комбината необходимо осуществлять в две очереди. При этом первая очередь мощностью 2,8 млн. т товарного концентрата и 6,3 млн. т сырой руды должна быть введена в строй к 1970 г. Вторая очередь может быть построена параллельно с эксплуатацией первой очереди рудника, в течение трех лет.

При разработке открытым способом месторождений, аналогичных Костомукшскому, широко применяется система горизонтальных слоев

с тупиковыми заездами. Слои можно отрабатывать или от лежачего бока к висячему или, наоборот, от висячего к лежачему. Первый вариант надо считать более целесообразным, так как в этом случае срок подготовки слоя к очистной выемке значительно меньше, чем при втором варианте. Отбойка полезного ископаемого и скальных вмещающих пород производится с помощью буровзрывных работ, при этом в качестве бурового механизма принят станок вращательного бурения типа СБШ, который в сравнении с канатноударными станками является более производительным. Для погрузки руды, вмещающих пород и наносов применяются мощные экскаваторы типа ЭКГ-8 с емкостью ковша  $6 \text{ м}^3$  для скальных пород и  $8 \text{ м}^3$  для наносов. Высота рабочего уступа при таких экскаваторах принята в  $20 \text{ м}$ , что значительно сокращает объем подготовительных работ и снижает себестоимость добычи руды.

Перевозить руду из карьера на фабрику, а пустые породы в отвал можно либо железнодорожным транспортом, используя большегрузные думпкары и тяжелые электровозы, либо автотранспортом, используя сорокатонные самосвалы, либо применяя тот и другой вид транспорта.

В предварительных расчетах по аналогии с другими, сходными предприятиями для транспортировки горной массы принят железнодорожный транспорт с электровозной тягой. В процессе вскрышных работ окисленная руда добывается и транспортируется отдельно от пустых пород и складировается в специальный отвал.

По условиям рельефа, взаимного расположения карьеров и минимальных расстояний транспортировки руды до обогатительной фабрики, пустых пород и окисленной руды — в отвалы фабрика должна быть расположена в юго-западной части карьера № 1, на расстоянии  $0,8\text{—}1 \text{ км}$  от него. Отвальное хозяйство можно организовать в трех местах. Наиболее подходящими для этого являются: площадка в северо-западной части карьера № 1 на расстоянии  $1 \text{ км}$  для складирования пустых пород с этого карьера; вторая площадка — в юго-восточной части карьера № 3 на расстоянии  $250\text{—}300 \text{ м}$  и третья для отвала окисленной руды в юго-западной части рудного поля, за его пределами.

С учетом предполагаемого расположения фабрики, отвалов и карьеров, а также протяженности последних, производительности по горной массе и принятого вида транспорта каждый карьер должен быть вскрыт двумя траншеями, из которых одна располагается ближе к фабрике и служит для вывозки руды, а вторая — пустых пород. Наиболее выгодным расположением рудных траншей надо считать южный торец карьера № 1 и западный торец карьера № 3. Породные траншеи могут быть в противоположных торцах этих же карьеров.

#### IV. ОБОГАЩЕНИЕ РУДЫ

Руда Костомукшского месторождения — это бедные железистые кварциты, требующие обогащения.

Технологические испытания на обогатимость производились Всесоюзным институтом «Механобр». Поскольку руды представлены железистыми кварцитами, в основном магнетитовой разности, испытание проводилось по способу магнитной сепарации, с низкой интенсивностью магнитного поля, по различным схемам и при различной степени измельчения.

Для испытания на обогатимость было отобрано шесть проб из керн на буровых скважин весом по  $300 \text{ кг}$  и две пробы из шурфов весом  $2900$  и  $2000 \text{ кг}$ . В одной из проб (№ 6) при анализе было установлено  $17\%$

гематита и 1% лимонита. Во всех остальных гематит содержится в незначительных количествах, а лимонита нет.

Для пробы № 6, богатой гематитом, кроме магнитной сепарации, применялась гравитация на столах и флотация.

Испытания показали, что из всех типов руд Костомукшского месторождения (за исключением лимонита) можно получать концентрат с содержанием железа 60—62%, с незначительным количеством вредных примесей (серы 0,2, фосфора 0,07%), основных окислов и глинозема. Содержание кремнезема в концентрате колеблется от 10,2 до 12,6%.

Выход концентрата при различных схемах колеблется от 28,4 до 50,3% и в значительной степени зависит от крупности измельчения, в среднем составляет 40—44%. Извлечение железа в концентрат колеблется от 58 до 89% и в среднем составляет 80—83%.

Этими же испытаниями было установлено, что кондиционные концентраты могут быть получены как из руд относительно богатых, так и бедных. Для обогащения магнетитовых руд без заметного содержания гематита Всесоюзный институт «Механобр» рекомендует мокрую магнитную сепарацию при трехстадийном дроблении. Руды со значительным содержанием гематита требуют дополнительного применения гравитации или флотации для извлечения железа из хвостов магнитной сепарацией.

Технологические показатели и метод обогащения костомукшских руд не могут считаться окончательно установленными.

Кольский филиал Академии наук СССР и «Механобр» проводили специальные исследования по изучению возможности повышения содержания железа в концентрате из аналогичных по составу оленегорских руд.

В результате применения гравитации и флотации, наряду с магнитной сепарацией, были получены концентраты с содержанием железа 65 и даже 66%. При этом извлечение металла из руды в концентрат увеличивается, а содержание кремнезема в значительной степени уменьшается. Можно полагать, что такой метод применим и для руд Костомукшского месторождения, но, прежде чем рекомендовать, необходимо произвести дополнительные исследования и определить его экономическую эффективность.

## У. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОБЫЧИ И ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ

По предварительным расчетам отдела экономики Карельского филиала Академии наук СССР, себестоимость добычи 1 т сырой руды составляет 6 руб. 15 коп., фабричного передела — 25 руб. 16 коп. и товарного концентрата франко-бункер-фабрики — 38 руб. 99 коп. (в ценах до 1961 г.). В основе расчета — показатели затрат по отдельным элементам калькуляции себестоимости, принятые Всесоюзным институтом «Ленгипроруда» в проектном задании по расширению второй очереди Оленегорского рудника и фабрики.

Вследствие различного географического положения Оленегорска и Костомукши затраты по заработной плате, входящие в калькуляцию первого из них, были пересчитаны и приведены в соответствие с условиями Костомукши. Дело в том, что Оленегорск расположен за Полярным кругом в районе, на который распространяются льготы Крайнего севера, а тарифный коэффициент равен 1,5. Костомукша расположена в районе

первого пояса, где тарифный коэффициент равен 1,0 и никакие северные льготы на нее не распространяются.

Производительность труда, а также численность трудящихся определялись путем пересчета проектных данных по аналогичным предприятиям Кривого Рога и фактических данных по кольским рудникам применительно к условиям и объемам производства, принятым для Костомукшского комбината.

Результаты пересчета приведены в табл. 5. При этом трудящиеся подсобно-вспомогательных цехов распределены между рудником и фабрикой пропорционально объему производства.

Таблица 5

Производительность труда  
и численность трудящихся

Показатели	Количество
Производительность одного трудящегося по комбинату, <i>т/см</i>	
по горной массе . . . . .	34,5
по руде . . . . .	16,9
по концентрату . . . . .	7,4
То же по руднику	
по горной массе . . . . .	120,0
по руде . . . . .	58,9
То же по фабрике	
по переработке руды . . . . .	49,1
по концентрату . . . . .	21,5
Фактическое число трудящихся, человек	
на комбинате . . . . .	2950
на руднике . . . . .	848
Списочное число трудящихся на комбинате	3300
в том числе на руднике . . . . .	992
на фабрике . . . . .	1323
Производительность одного трудящегося по товарному концентрату в год, <i>т</i> . . . . .	1818

## VI. СТРУКТУРА И СОСТАВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Выше указывалось, что Костомукшское месторождение представлено бедными железистыми кварцитами, которые без обогащения не могут быть использованы в металлургии, поэтому вблизи рудника должна быть построена обогатительная фабрика.

Кроме рудника и фабрики, предприятие должно располагать необходимыми вспомогательными цехами, по роду своей деятельности соответствующими требованиям основных цехов.

Следовательно, костомукшское предприятие по структуре будет представлять горнообогатительный комбинат, товарной продукцией которого является железный концентрат. По аналогии с Оленегорским

рудоуправлением, Криворожскими горнообогатительными комбинатами и другими предприятиями, имеющими подобную структуру, в состав комбината войдут:

1. Рудник, представляющий собой карьеры со всеми видами горных работ; отвальное хозяйство, внутрирудничный транспорт, электро-механические мастерские и другие вспомогательные объекты.

2. Обогажительная фабрика, перерабатывающая руду с целью получения концентратов с кондиционным содержанием железа.

Это комплекс промышленных зданий и сооружений, оснащенных соответствующим технологическим оборудованием. Кроме того, в состав фабрики войдут хвостовое и шламовое хозяйства, погрузочно-разгрузочные и транспортные средства, электромеханическая и столярная мастерские.

3. Общекомбинатские вспомогательные объекты, в задачу которых входит обеспечение нормальной работы рудника и фабрики. К ним относятся центральные ремонтно-механические мастерские для капитальных ремонтов технологического и изготовления нового нестандартного оборудования. Мастерские должны располагать литейной, кузницей, электро-механической мастерской со сварочным отделением.

4. В состав комбината войдут также ремонтно-строительный цех, парк автомобильного и железнодорожного транспорта, энергетический цех, цехи сетей и подстанций, связи, водоснабжения и канализации, цех по производству кислорода, центральная и экспресс-лаборатория, складское хозяйство и жилищный фонд.

## ВИИ. КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ

Строительство Костомукшского горнообогатительного комбината должно осуществляться в две очереди. Объем строительных работ первой очереди определяется добычей руды в количестве 6,3 млн. *t* и выпуском товарного концентрата 2,8 млн. *t* и второй соответственно 13,7 и 6 млн. *t* в год.

Общий срок строительства комбината определяется в восемь лет. В первые пять лет будут вестись подготовительные и строительно-монтажные работы по сооружению первой очереди, а в последующие три года параллельно с эксплуатацией первой — строиться вторая очередь. До начала работ непосредственно на площадке месторождения должна быть проложена железнодорожная ветка, связывающая комбинат со ст. Юшкозеро Западно-Карельской ж. д., протяженность которой с учетом развития путей около 80 км.

Проектная документация по освоению Костомукшского месторождения еще не разработана, в связи с чем для установления сумм капиталовложений на строительство комбината были использованы проектные данные по другим, аналогичным предприятиям. При сравнении условий строительства рудников в районе Костомукши и на Кольском полуострове, масштабов предприятий, технологии производства и целого ряда других специфических особенностей оказалось, что принять за исходную величину удельные капиталовложения одного из кольских предприятий нельзя. Сравнение с Криворожскими горнообогатительными комбинатами показывает, что наиболее близким к Костомукше является Северный комбинат, удельные капиталовложения которого составляют 244 руб. на тонну годовой производительности по товарному концентрату. Эта величина и была принята за исходный показатель с учетом строительства железнодорожной ветки, линии электропередачи, а также

Таблица 6

Технико-экономические показатели разработки  
и обогащения руды основных месторождений  
Северо-Запада СССР

Показатели	Костомукша	Оленегорск	Ено-Ковдорское
Запасы месторождения по категориям А+В+С <sub>1</sub> , млн. т . . . . .	840,1	337,2	293,2
Промышленные запасы карьеров, млн. т	461,3	127,1	240,6
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т . . . . .	0,46	0,36	0,48
Годовой объем добычи, млн. т			
руды . . . . .	13,7	8,5	6,0
горной массы . . . . .	30,7	20,0	25,8
Содержание железа в руде, % . . . . .	33,80 *	32,45	31,5
Годовой объем руды, перерабатываемой на фабрике, млн. т . . . . .	13,7	8,5	8,0
Годовой объем получаемого концентрата, млн. т . . . . .	6,028	3,36	3,21
Выход концентрата из руды, % . . . . .	44,0	40,4	41,0
Извлечение железа из руды, % . . . . .	83,0	81,0	83,0
Содержание в концентрате, %			
железа . . . . .	60,0	65,0	62,0
серы . . . . .	от следов до 0,60	0,05	0,04
фосфора . . . . .	до 0,10	0,02	0,2
кремнезема . . . . .	10,18—12,64	13,74	1,6
глинозема . . . . .	1,5	0,69	3,76
окиси кальция . . . . .	0,63	} 0,87	3,61
окиси магния . . . . .	1,27		8,39
Содержание железа в хвостах, % . . . . .	9,0	10,0	7,4
Годовая производительность одного трудящегося по товарному концентрату, т	1818	1121	1538
Численность трудящихся (списочный состав), человек			
всего по комбинату . . . . .	3300	2554	1975
в том числе по руднику . . . . .	992	916	684
по фабрике . . . . .	1323	737	650
Себестоимость, руб.			
1 т руды . . . . .	0—61,5	0—69,4	0—62,8
горной массы . . . . .	0—27,4	0—34,8	0—26,9
концентрата . . . . .	3—89,9	4—32,2	4—51,2
Стоимость фабричного передела, руб.	2—51,6	2—76,1	2—94,0
Суммарные капитальные вложения, млн. руб. . . . .	154—80	106—80	91—75
Удельные капитальные вложения на 1 т концентрата, руб. . . . .	25—80	31—80	28—80

\* По запасам, утвержденным ВКЗ.

объема производства. Удельные капиталовложения по Костомукшскому комбинату определились в сумме 258 руб. на тонну товарной продукции.

Сравнительные технико-экономические показатели разработки и обогащения руд на костомукшском и кольских предприятиях при максимальной их мощности приводятся в табл. 6.

Данные таблицы подтверждают преимущества технико-экономических показателей Костомукшского месторождения по сравнению с месторождениями Кольского полуострова.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геологические и горнотехнические условия Костомукшского железорудного месторождения, технико-экономические показатели по добыче и обогащению руды, капиталовложениям и трудовым затратам позволяют сделать следующие выводы:

1. Костомукшское месторождение является самым крупным на Европейском севере СССР. Его разведанные запасы руды превышают суммарные запасы трех кольских месторождений, предусмотренные проектом в качестве рудной базы Череповецкого завода и в 2,5 раза больше Оленегорских. Примерно такое же соотношение сохраняется и в объеме производства. То и другое является весьма существенным, а иногда и решающим при выборе месторождения для эксплуатации.

Известно, что чем больше объем производства, тем меньше эксплуатационные расходы и удельные капиталовложения на единицу товарной продукции.

Кроме того, в пользу Костомукши говорит и то, что она расположена значительно ближе к заводу-потребителю, чем кольские месторождения, и поэтому транспортные затраты на перевозку концентрата будут меньше. Отсюда следует единственный возможный вывод — промышленное освоение Костомукшского месторождения является вполне оправданным мероприятием.

2. Кольские месторождения по своим условиям и запасам руды не позволяют развить добычу в масштабах, удовлетворяющих потребность Череповецкого завода. Поэтому, кроме экономической целесообразности, вовлечение в промышленность Костомукшского месторождения диктуется еще и необходимостью.

3. Вовлечение в народнохозяйственный оборот железорудных ресурсов Костомукши значительно улучшит экономику Карелии и, что особенно важно, увеличит занятость ее населения.