

ОТЧЕТ
о результатах экспедиционных работ
Буотамского отряда

Летом 2007 года сотрудники отдела № 1 выезжали на экспедиционные работы на Буотамское месторождение железо-марганцевых руд расположенном на территории Хангаласского улуса РС (Я).

Экспедиционные работы проводились в рамках реализации НИР по двум темам:

1. «Развитие теории хрупкого разрушения кристаллических конструкционных материалов и их неразъемных соединений с накопленными повреждениями в условиях низких температур (до-120)» (гос.рег.№0120.0 407844), раздел «Исследование механизмов повышения качества и свойства сплавов, при электротермических процессах на базе создания легирующих сварочно-наплавочных материалов с использованием многокомпонентного минерального сырья»,

2. «Разработка технологии покрытий сварочных электродов из местного минерального сырья и отходов горнодобывающей промышленности, для эксплуатации сварных швов при низких температурах» 20007-2008 гг. (гос. контракт №4868 p/7376)

На период экспедиционных работ с 26 июля по 10 августа 2007 г. из сотрудников отдела №1 «Сварки и металлургии» Института физико-технических проблем Севера СО РАН был сформирован Буотамский экспедиционный отряд в следующем составе:

1. Слепцов Олег Ивкентьевич – заведующий отделом №1, руководитель темы;
2. Петров Петр Петрович- начальник отряда, ответственный исполнитель темы;
3. Москвитин Степан Григорьевич – старший научный сотрудник, геолог;
4. Платонов Михаил Алексеевич – главный инженер;
5. Харбин Николай Николаевич – научный сотрудник;
6. Платонов Юрий Андреевич – научный сотрудник.

В экспедиционных работах принимал участие директор ООО «Сахасварка» Галданов Доржо Иванович:



Рис. 1. Участники экспедиции: (слева направо) Москвитин С.Г.- старший научный сотрудник, геолог, Платонов М.А - главный инженер, Слепцов О.И - директор института, Платонов А.А - научный сотрудник, Галданов Д.И. – директор ООО «Сахасварка», Петров П.П. – зав. отделом.

Целью экспедиционных работ является отбор технологической пробы железо-марганцевой руды с Буотамского месторождения весом 200 кг, которая будет использована в следующих экспериментальных работах:

- экспериментальная выплавка специальных сталей и сплавов природно-легированных марганцем и редкими элементами;
- выплавка нормального, переделного и зеркального чугунов и разработки соответствующих технологий;
- оценки применимости руд для выплавки ферромарганца для использования при производстве сварочных электродов.

Буотамское железо-марганцевое месторождение находится на территории природного парка «Ленские Столбы» МО «Хангаласский улус РС(Я)» и находится в верховьях руч. Сыр-Сар левого притока р. Буотама (рис.2). Рельеф участка месторождения резко расчленен, рудные тела вскрыты на водоразделе и южном склоне руч. Сыр-Сар (рис.3).

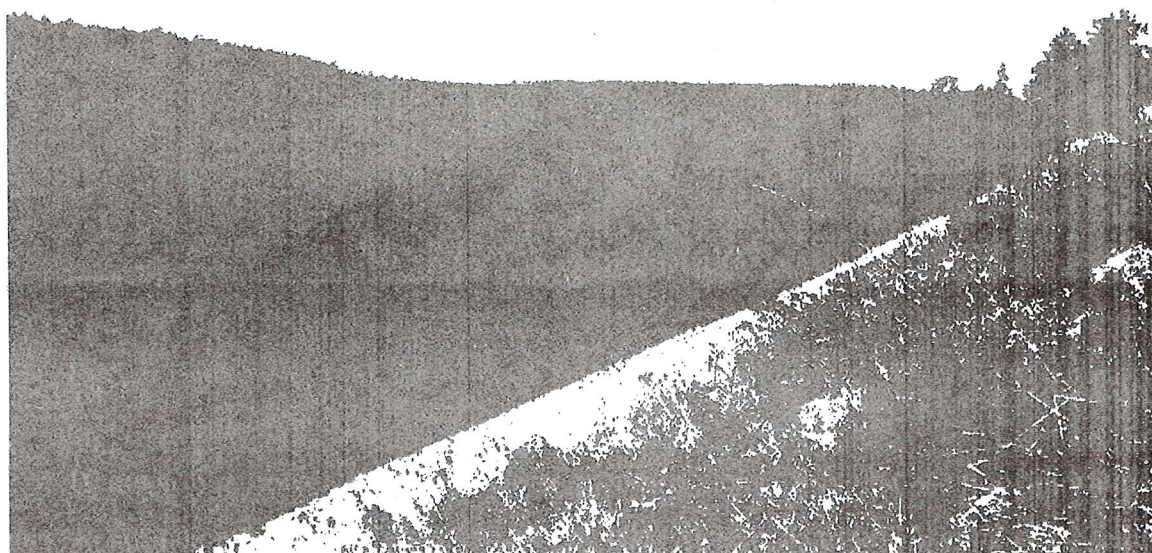


Рис. 3. Верховья ручья Сыр-Сар, участок месторождения.

В южной и юго-восточной части рудного поля, выходы железо-марганцовых бурых железняков частично разведаны по ручьям Менде, Куртанг, Мундруччи – правых притоков реки Лены (правые притоки р. Буотама). На северо-запад железо-марганцевые руды Ленского рудного поля прослеживаются на левый берег р. Лена в районе устья р. Кетеме и по долине р. Улахан-Кетеме.

Первые сведения о Буотамском железорудном месторождении Якутии относятся к 1632 г. К этому времени в районе Буотамского месторождения уже было развито кустарное металлургическое производство. На сыродутных мартеновских печах выплавлялось кричное железо, из которого местными кузнецами изготавливались различные железные изделия для собственных нужд и торговли с другими улусами и кочевыми эвенками.

Первые геологические исследования на Буотамском месторождении были проведены в 1851 году. В.И. Меглицким. Он сделал геологическое описание месторождения, изучил морфологию, мощность и протяженность рудных тел. Впервые дана геологическая характеристика железосодержащих руд.

В Советский период в 1927 году месторождение изучалось В.А. Протопоповым. Им исследован рудный горизонт и дана оценка разведанных и прогнозных запасов железных руд. В 1935 году на площади Буотамского месторождения И.П. Атласовым проведена детальная геологическая съемка Сыр-Сарского и Даркылахского участков. Он составил подробную геологическую карту участков и детально описал рудные тела и выделил разновидности железных руд. В 1943 г. проведено геологическое изыскание под руководством В.Ф. Донцова на тех же участках и дополнительно в Куртангском проявлении. В период работ было пройдено 62 шурфа, 9 буровых скважин и разработан 1 карьер. Детально изучено геологическое строение участков и дана характеристика рудных тел. Установлено, что рудные тела представлены линзовидными телами с характерным выклиниванием к периферии рудных участков.

В 1955 г. геология месторождение изучалось сотрудниками Физико-химической лаборатории АН СССР при Совете по изучению производительных сил (СПИПС) А.В. Глебовым и Е.И. Соколовой. Было установлено, что площадь рудного узла сложена кембрийскими известково-сланцевыми породами мощностью 3900 м. Эти породы перекрываются морскими и континентальными отложениями средней юры, которые залегают на размытой карбонатной толще среднего кембрия. Кайнозойские отложения перекрывающие толщи представлены рыхлыми четвертичными наносами.

В 1985-1991 гг. проведены поисковые работы геологическими отрядами Правобережной геолого-разведочной партии Нижнеленской геолого-разведочной экспедиции ПО «Якутсгеология». Целевое назначение работ - поиски и разведка железомарганцовых руд в бассейне среднего течения р. Лены на территориях Хангаласского и Олекминского районов Республика-Саха (Якутия). Была проведена детальная разведка на площади Сыр-Сарского, Даркылахского и Куртангского проявлений (участков). На площади 500x500x600 м по 4-м буровые линиям разбурен участок примыкающий к Сыр-Сарскому проявлению. Пройден буровой профиль вдоль трассы АЯМ протяженностью около 100 км от с. Качикатцы до с. Хайысардах, при котором пробурено 44 скважины с интервалом через 2 км..

В 1920-35 годы годы месторождение разведывалось поверхностными горными выработками траншеями и шурфами (рис. 4). В отвалах канав и траншей руда складирована в вытянутые кучи (рис. 5). Старые шурфы обвалились и представляют собой неглубокие ямы (рис.6).

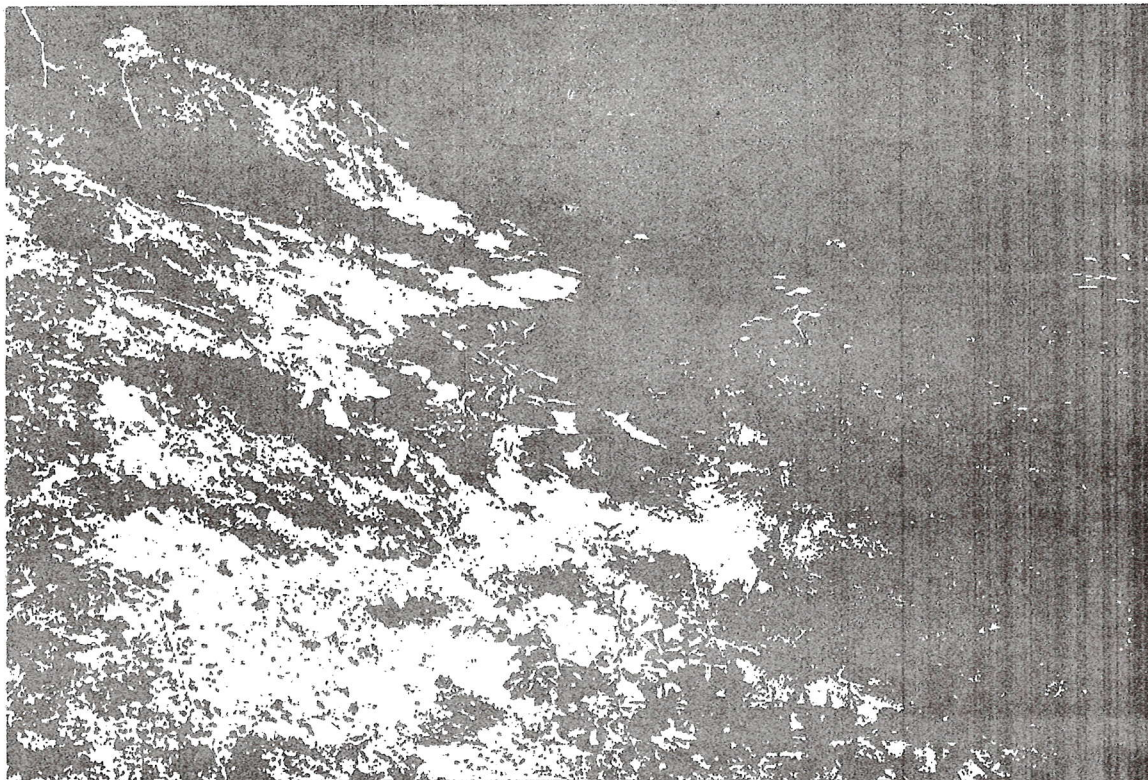


Рис.4. Старая разведочная траншея.



Рис.5. Вынутая руда складировалась в отвалы вблизи горных выработок



Рис. 6. В настоящее время рудные шурфы обвалились и представляют собой неглубокие ямы

Месторождение размещается на двух участках Сыр-Сарский, которые разделены глубоким оврагом и по существу Даркылахский, является северо-восточным продолжением Сыр-Сарского участка. Месторождение расположено в северо-восточном фланге Алданской антеклизы, в её переходной части к Виллойской синеклизе и приурочено к контакту карбонатных пород кембрия и терригенных отложений палеоген-неогенового (Pg-N) возраста.

Вмещающими породами являются карбонатные отложения кембрия представленные куторгиновой свитой мощностью 140-210 м., кетеминской свитой мощностью 30-120 м., еланской свитой мощностью 50-60 м. и усть-буотамской свитой. Породы представлены известняками серого, зеленовато-серого цвета. Текстура пород массивная и слоистая. В них отмечаются маломощные (3-5 см) прослои аргилизованных карбонатных пород - серовато-зеленого цвета, тонкозернистой структуры, микрослоистой текстуры.

Горизонт железо-марганцевых руд прослежен поверхностными горными выработками и буровыми скважинами с запада на восток на 25-30 км. Площадь рудного поля занимает 340 кв. км. Рудное тело представлено плащеобразной залежью

бурых железняков мощностью от 0,4 до 4,6 м.и в среднем составляет 1,36 м. Строение рудного тела линзовидное и состоит из разобщенных линзующихся пластов небольшой мощностью. Мощность перекрывающих рыхлых отложений от 1,2-4,0 до 17-20 м.

Рудное тело на 80-90% сложено глыбо-кусковыми рудами массивной текстуры сцементированные гидроокислами железа желтовато-коричневого, буровато-коричневого цвета. Структура руд скрыто – тонкозернистая, текстура массивная, неяснослоистая прожилковая и пятнистая обусловленная чередованием шпиров и прослоев окислов и гидроокислов железа. В них выделяются участки с кавернозной, пористой, ячеистой текстур. Внешняя часть каверн сложена натечными формами гидроокислов железа, зональным скорлуповато-концентрическим строением. Внутренняя часть каверн полая или заполнена железистой охрой и сажистыми массами гидроокислов марганца. По внешнему виду руды представляют собой породу темно-коричневого и черного цвета. На общем темно-коричневом фоне отчетливо выделяются порошковатые налеты и примазки стально-серого цвета представленные марганцовистыми минералами (рис.7).

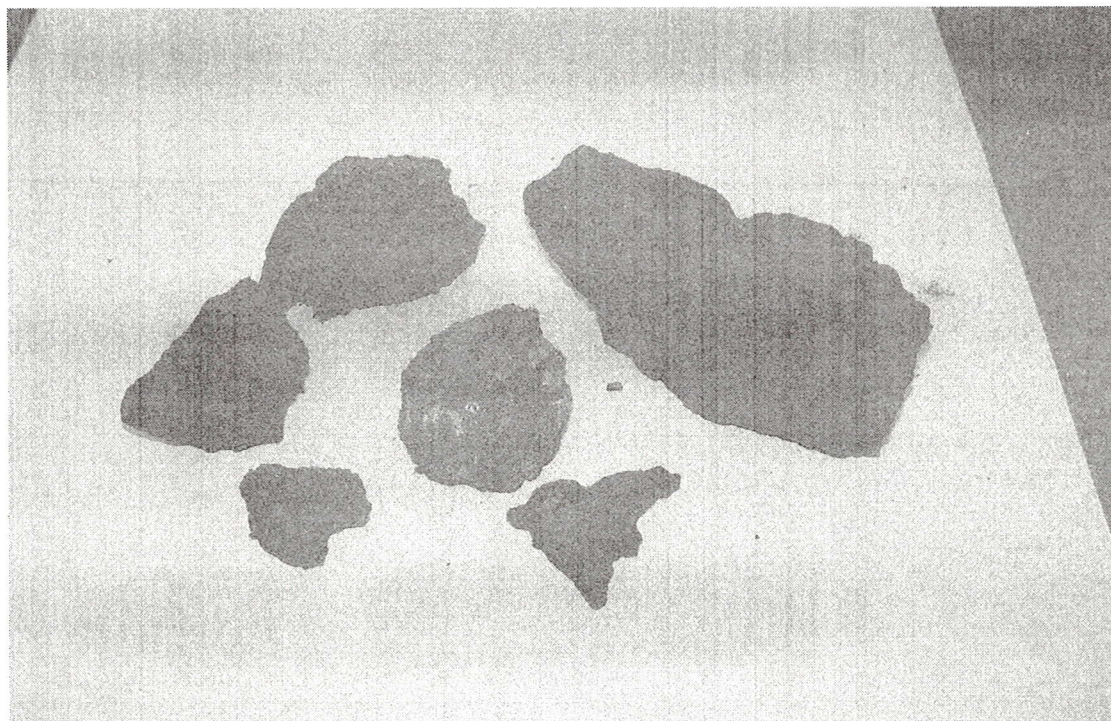


Рис. 7. Руда глыбо-кусковой массивной текстуры.

Минералогическое изучение состава руд показало, что минералы железа представлены, в основном, гётитом и гидрогётитом реже, гематитом. Форма выделений натеchnые, петельчатые, концентрические, слоистые, редко лучистые. Минералы марганца представлены - пиролюзитом, рансьеритом, тодорокитом и в меньшей мере псиломеланом, вюртцитом, криптомеланом. Чаще, всего минералы марганца представлены полиминеральными агрегатами, в большинстве случаев они взаимно прорастают друг друга.

Химический состав руд Буотамского месторождения впервые изучен. В.А. Протопоповым в 1927 г. В дальнейшем анализ руды проведен Донцовым В.Ф. в 1941-43 гг. При этом установлено, что состав руд крайне изменчив. Химический анализ руд показал, что из 53 проб только в 6 пробах установлены содержания железа больше 41%, в 19 пробах содержания железа составляют от 35 до 41%, в 38 пробах содержания железа от 31 до 38 % и в одной пробе установлено 18% железа. Позже химический состав руд детально изучался при проведении геологосъемочных работ в 1955 г (таблица 1).

Таблица 1

Компо- ненты	Номера проб								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe ₂ O ₃	56,07	46,66	47,90	61,60	57,40	65,80	75,05	73,16	69,52
SiO ₂	20,82	26,72	25,56	10,20	11,60	4,43	7,44	3,82	6,32
MnO	8,58	6,52	3,18	9,1	12,85	13,93	1,27	6,52	4,26
Al ₂ O ₃	2,45	4,59	9,05	5,24	8,27	3,91	3,37	3,18	7,07
TiO ₂	-	-	0,40	0,16	сл	сл	сл	сл	сл
CaO	0,72	1,84	0,70	0,78	0,72	0,90	0,36	1,12	0,90
MgO	0,33	0,41	1,04	1,93	0,25	0,17	0,34	нет	0,37
K ₂ O	-	-	1,90	0,86	нет	нет	нет	1,74	0,40
Na ₂ O	-	-	0,31	0,39	>>	>>	>>	0,15	0,10
S	-	-	0,06	0,07	0,05	нет	0,09	0,10	0,07
SO ₃	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-
P ₂ O ₅	0,14	0,25	0,43	0,30	0,09	0,13	0,12	0,15	0,30
H ₂ O+	-	-	7,48	7,39	7,52	9,61	11,07	10,74	10,78
H ₂ O-	-	-	2,04	2,00	1,62	1,43	1,36	1,16	1/36
ппп	11,40	8,400	-	-	-	-	-	-	-
Сум- ма	100,5	97,2	100, 05	100,01	100,37	100,31	100,47	100,20	100,7

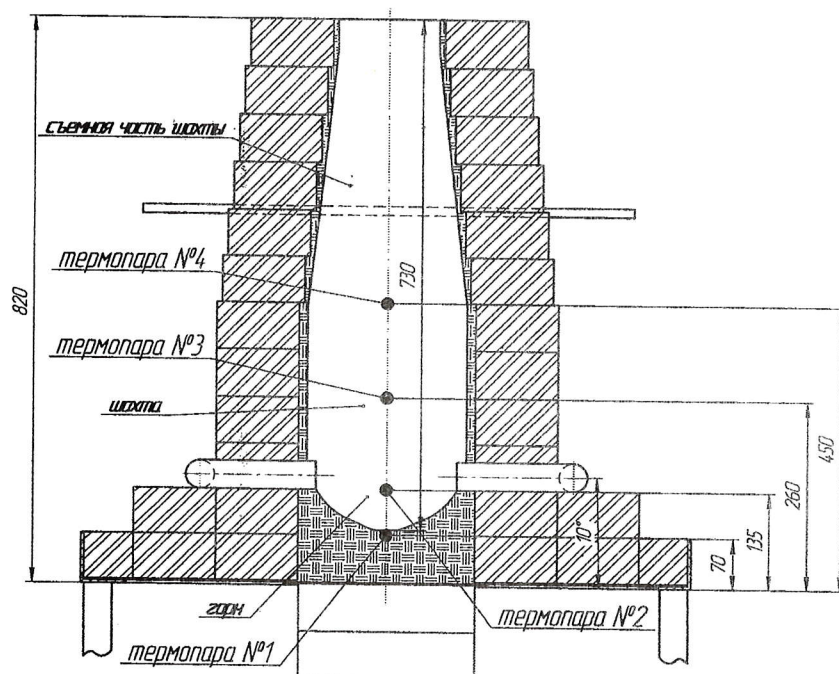
1- Протопопов, 1927 г.;

2- Донцов, 1955 г.?

3-9 – СОПС АН СССР, 1957 г.

ПЛАВКА ЖЕЛЕЗА

Для выплавки железа была сконструирована специальная печь, на основе сыродутной печи.



Печь для выплавки железной руды, специальная модель №4

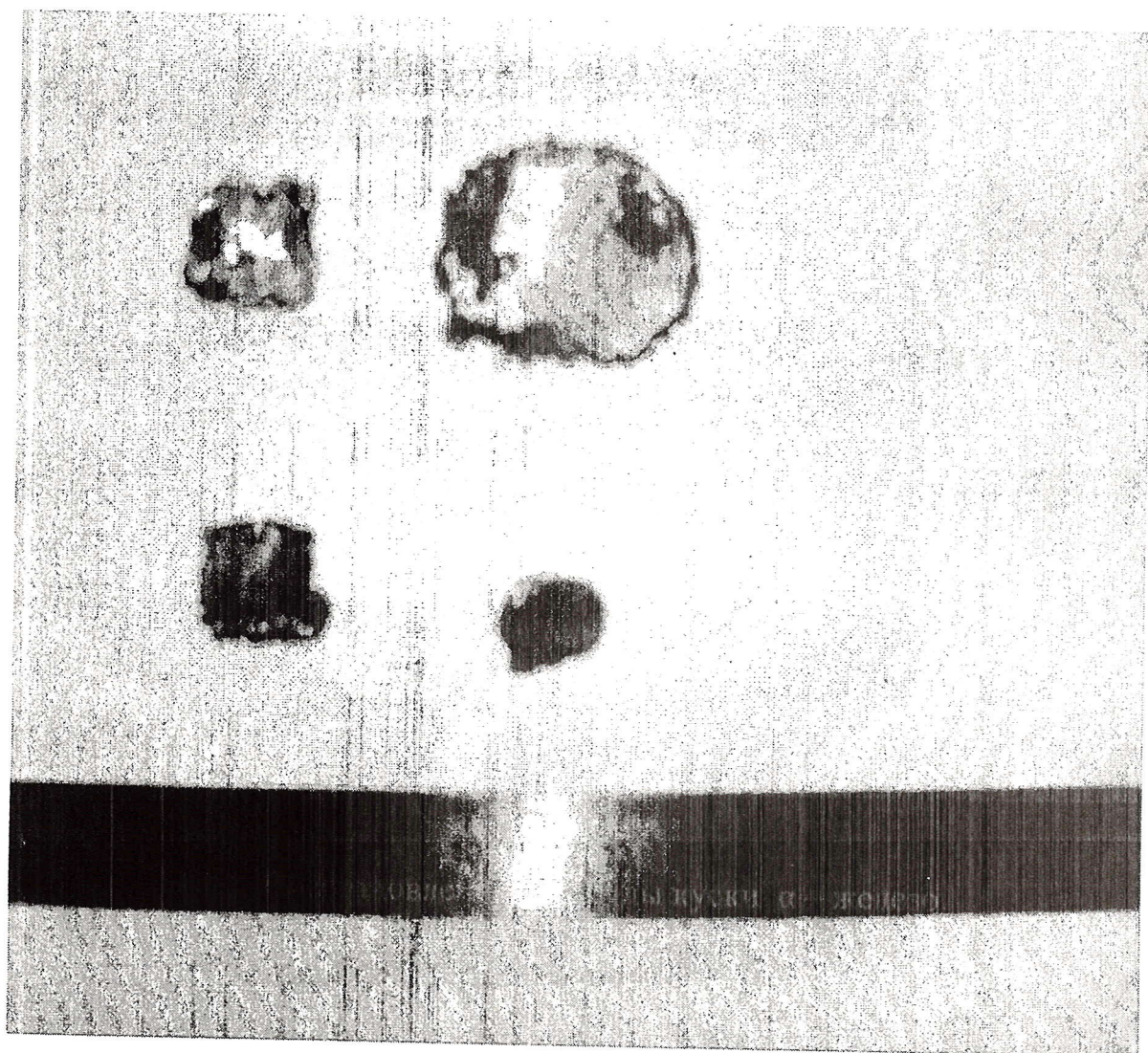
Плавка происходит в четыре стадии.

Первая стадия плавления начинается при температуре 1100°C . При этой температуре по границам зерен гетита появляется **магнетит превращения**, которое в микроструктуре руды составляет 10-15%. Данный полуфабрикат не магнитный.

Вторая стадия плавления наступает при температурах 1200°C . Количество **магнетита превращения** составляет 80%. Остальную часть занимает гетит, оплавленный кварц. Продукт данной стадии магнитный.

Третья стадия плавки наступает при температуре чуть выше 1300°C . На этой стадии магнетит **частично разлагается** на тонкую смесь остатков магнетита, закиси железа (FeO), восстановленного железа, цементита. По границам зерен выделяется более твердая фаза чем магнетит превращения, по всей вероятности, это **закись железа**.

Четвертая стадия плавки наступает при достижении 1400°C . Магнетит превращения полностью переходит в феррит. Микроструктура металла представляет собой феррито-перлитную смесь с остатками магнетита, гетита и окиси марганца.



Восстановленные из руды куски α — железо.

По химическому составу в буром железняке Буотамского месторождения содержания Fe_2O_3 варьируют от 46,66-75,05% и в среднем составляет 61,29; MnO от 3,18 до 13,93%. В составе руд также постоянно присутствуют SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO и P_2O_5 периодически отмечаются TiO_2 , K_2O , Na_2O , S и SO_3

По данным спектрального анализа в рудах содержатся Cu , Pb , Zn , WO_4 концентрации которых достигают 0,1%, устанавливаются следы Ni , Co , Sn , Mo и As . В некоторых пробах определены содержания S от 0,08 до 0,03% и P от 0,1 до 0,05 %.

Рудное вещество в рудах составляет от 66,15 до 92,33%, а нерудное от 7,67 до 33,85%. Расчетное содержание железа в рудах от 29,79 до 52,00%, марганца от 2,59 до 18,21%. Усредненные содержания железа и марганца соответственно 44,05 и 7,10%.

В результате проведенных Буотамским отрядом экспедиционных, работ отобрана технологическая проба железо-марганцевой руды весом 250 кг. для опытно-экспериментальной выплавки металла и сплавов.

Составили:

С.н.с. ИФТПС СО РАН, к.г.-м.н.:

В.н.с. ИФТПС СО РАН, к.ф.-м.н.:



С.Г. Москвитин

П.П.Петров

04.08.08 г.

Описание

образцов выплавленного железа из Буотамской железо-марганцевистой руды.

Образец 1.

Крица овальной формы 35х25 см отшлифована с обеих сторон.

Химический состав в мас. %:

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
73,9	0,0353	3,85	5,19	0,0459	0,0617	0,0838	0,29
Ni	Al	Co	Cu	Nb	Ti	V	W
7,79	0,155	0,665	5,32	0,155	0,0782	0,0459	2,16
Pb							
0,129							

Образец 2.

Железистый шлак.

Составили:

Старший научный сотрудник ИФТПС СО РАН,
канд. геол-минер. наук

С.Г. Москвитин

Ведущий научный сотрудник ИФТПС СО РАН
канд. физ-мат. наук

П.П.Петров

22 июля 2010 года