

Эгитинское месторождение

К.Б.Булнаев

Тип и масштабы месторождения, его металлогеническая позиция

Месторождение расположено в бассейне верхнего течения р.Уды, в 4 км к северу от с.Комсомольское Еравнинского района Республики Бурятия. Оно открыто в 1974 г. геологом ПГО "Сосновгеология" Х.Замалетдиновым. В том же году на месторождении были начаты поисковые работы, которые продолжались с небольшими перерывами вплоть до 1977 г. В 1978-1986 гг. на нем проведены разведочные работы с подсчетом запасов, утвержденных в ГКЗ СССР. Все стадии поисково-разведочных работ выполнены Эгитинской ГРП Удино-Витимской экспедиции ПГО "Бурятгеология" под руководством В.Б.Убодоева, Б.К.Виноградова, В.И.Михайлова. В изучении состава руд, условий образования и локализации месторождения принимали участие сотрудники различных научно-исследовательских организаций (А.А.Черепанов, К.Б.Булнаев, В.Д.Попов, В.В.Коротаев и др.).

Эгитинское месторождение, как и другие флюоритовые месторождения Забайкалья, формировалось в зоне мезозойской активизации в эпиптермальных условиях. Однако по некоторым особенностям своего образования оно занимает несколько обособленное положение, которое обусловлено возникновением рудных залежей в результате развития процессов фторметасоматоза. Из-за неравномерности тектонической проработки пород субстрата (известняков) и эпиптермальных условий рудообразования метасоматоз часто носил фрагментарный характер. Поэтому промышленный тип месторождения определяется как карбонат-флюоритовый с повышенным средним содержанием флюорита (53,2%).

По масштабам разведанных руд Эгитинское месторождение относится к разряду средних с балансовыми запасами категории С₁ - 3537,5 тыс.т, категории С₂ - 742,9 тыс.т. Общая металлогеническая позиция его определяется расположением в пределах региональной золотомолибденовой зоны, по С.С.Смирнову (1944). По концепции современных металлогенических схем Забайкалья месторождение размещается на северо-восточном фланге крупной Джиды-Витимской флюоритоносной зоны (Булнаев, 1962).

Геологическое строение месторождения

Эгитинское рудное поле отличается большими размерами, сложностью геологического строения и разнообразием объединяемых им объектов. Кроме одноименного месторождения, оно включает в себя два мелких рудопоявления (Ключевское, Гурсонское), сформированных в сходных геолого-структурных условиях, приуроченных к одному крупно-

му ксенолиту карбонатных пород и образованных преимущественно метасоматическим путем.

Основными структурными элементами района рудного поля являются Погромнинское горстовое поднятие и ограничивающая его с юго-востока Поперечинская межгорная впадина. Формирование структур связано с проявлением процессов мезозойской активизации, с глыбовой дифференциацией территории. Вследствие этого горстовое поднятие сложено гранитоидами палеозойского времени, а впадина - юрскими и меловыми вулканогенно-осадочными и осадочными отложениями. В структурном отношении последняя представляет собой односторонний грабен, отделенный от горста мощной зоной разлома.

Рудное поле занимает южную оконечность Погромнинского горста, сложенную главным образом Еравнинским ксенолитом нижнекембрийских вулканогенно-осадочных пород. Ксенолит площадью около 4,0 км² залегает среди позднепалеозойских гранитоидов вблизи Бортового разлома, отделяющего горст от Поперечинской впадины.

Особенности строения Эгитинского месторождения определяются приуроченностью его к юго-восточной части ксенолита, где останец граничит с юго-востока с полем среднепалеозойских автомагматических брекчий, с юго-запада - с позднепалеозойскими гранитоидами (рис.1). На месторождении широко развиты разные по составу дайки палеозойского и мезозойского возраста. В восточной его части установлены верхнемеловые грубообломочные отложения.

Разрез ксенолита на площади месторождения представлен мраморизованными известняками с прослоями ороговикованных микросланцев и ороговиков мощностью до 0,2 м, редко - до 1-3 м. Метаморфизм пород вызван воздействием на них окружающих ксенолит позднепалеозойских гранитоидов. Под действием этого же фактора известняки нередко скарнированы, а породы алюмосиликатного состава - полевошпатизированы, пропицитизированы.

Верхнемеловые континентальные отложения, перекрывающие все перечисленные образования, включая рудные залежи, сложены галечными и валунно-галечными конгломератами, подчиненными гравелитами и дресвяниками. Мощность отложений в зависимости от рельефа фундамента варьирует от 5 до 50 м.

Магматические образования, вмещающие и прорывающие породы ксенолита, расчленены на месторождения на ряд возрастных групп. Наиболее древние диориты выявлены в рудной зоне I, где они слагают удлиненные и неправильные по форме тела среди известняков и одновременно отмечаются в составе обломков автомагматических брекчий.

Автомагматические брекчии трахидацитового

состава слагают в юго-восточной части месторождения силл площадью 0,15 км² с общим падением на юго-восток. Приконтактные части силла содержат обломки известняков и диоритов и в то же время прорваны верхнепалеозойскими гранитами. По химическому составу автомагматические брекчии отвечают трахириодацитам субщелочного ряда.

Позднепалеозойские гранитоиды представлены породами двух фаз. К первой фазе отнесены фрагменты массива лейкогранитов, прорывающих известняки, диориты и автомагматические брекчии. С другой стороны, граниты прорваны субщелочными кварцевыми сиенитами, относимыми ко второй фазе интрузии. Сиениты, располагаясь вдоль контакта ксенолита с гранитами первой фазы, слагают силл мощностью до 100 м. На контакте с ними известняки слегка скарнированы, а граниты вызывают образование в них четкой зоны закалки. Жильные дебриваты кварцевых сиенитов представлены дайками кварцевого сиенита. Абсолютный возраст пород 238-278 млн лет, что соответствует перми (Комарова, 1986).

На месторождении широко распространены дайки долеритов, долерито-базальтов, андезитов-базальтов и трахириолитовых порфиров, объединяемых в средне-позднеюрский субвулканический комплекс. По составу все дайки субщелочные, хотя по отношению друг к другу формировались в разное время. Самыми молодыми из них являются дайки трахириолитов и трахидацитовых порфиров, наиболее тесно сопряженные с рудными зонами.

Структура Эгитинского месторождения определяется сочетанием складчатых структур ксенолита и

наложенных на них разрывных нарушений разных направлений. По данным разведочных работ, карбонатные породы слагают на месторождении синклинальную складку шириной около 1000 м, прослеживаемую по простиранию на северо-восток примерно на 1,5 км. Шарнир складки полого (10-15°) погружается на северо-восток, падение пород на крыльях - 30-40°.

Роль силлов и апофиз автомагматических брекчий и кварцевых сиенитов, даек долеритов в формировании структуры месторождения выражена слабо. Более существенно значение этих образований как литологических экранов.

Среди многочисленных разрывных нарушений на месторождении преобладают разломы двух направлений - северо-западные и субширотные. В числе первых наиболее крупными и важными в размещении оруденения являются два: Центральный и Контактный.

Центральный разлом фиксируется мощной зоной дробления и аргиллизации пород, к которой приурочены рудные тела зоны I и серия даек. Протяженность его по простиранию около 1,5 км, падение на северо-восток под углами 15-30°.

Контактный разлом, ограничивающий ксенолит известняков с юго-запада, протягивается тоже на 1,5 км при падении на северо-восток под углами 40-60°. По разлому внедрились силл кварцевых сиенитов и дайки трахириолитов; к нему приурочены рудные тела зоны II.

Долеритовый разлом субширотного простирания выявлен в северной части месторождения. Падение его северо-западное под углами 40-60°. Разлом от-

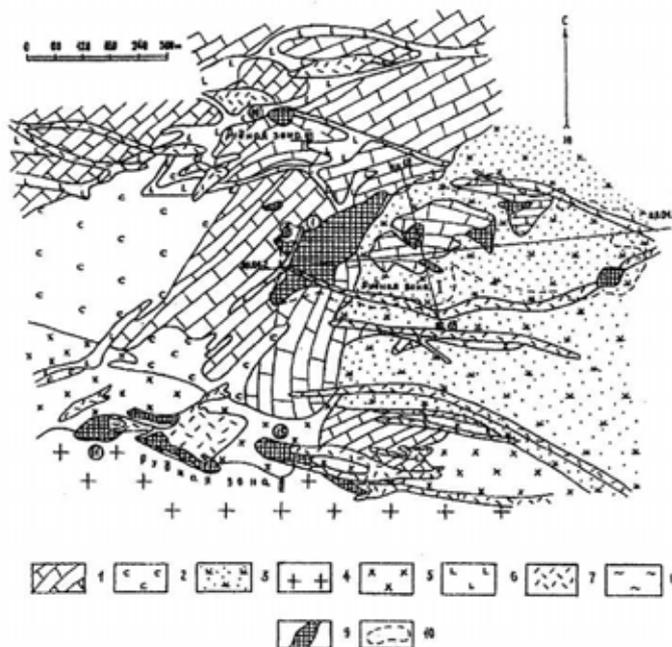


Рис.1. Схематическая геологическая карта Эгитинского месторождения (по В.М.Михайлову):

- 1 - известняки; 2 - скарны, роговики; 3 - автомагматическая брекчия дацитов; 4 - граниты; 5 - кварцевые сиениты; 6 - долериты; 7 - трахириолиты; 8 - аргиллизиты; 9 - флюоритовые рудные тела; 10 - проекция рудной зоны I на дневную поверхность

четливо подчеркивается серией даек долеритов и трахириолитов. На участке пересечения его с центральным разломом сосредоточены метасоматические залежи рудной зоны III.

Характеристика оруденения

В процессе разведочных работ на Эгитинском месторождении выявлены и оценены в общей сложности 23 рудных тела и серия мелких линз, объединенных в три рудные зоны (см.рис.1). Наиболее крупная рудная зона I расположена в центральной части месторождения, приурочена к Центральному разлому. Протяженность ее по простиранию 940 м, ширина до 400 м, прослежена на глубину до 270 м. Вторая зона с промышленной минерализацией контролируется Контактным разломом, располагаясь примерно в 400 м к югу от рудной зоны I. Протяженность ее достигает 1,0 км при ширине около 100 м. На глубину зона прослежена на 250 м.

Рудная зона III расположена севернее зоны I на расстоянии около 200 м. Она имеет субширотное простирание, приурочена к участку пересечения Центрального и Долеритового разломов. Протяженность ее 600 м, ширина - 100-150 м, прослежена на глубину до 230 м.

В контурах рудной зоны I выявлено более десятка отдельных рудных тел, из которых тела N 1 и 3 содержат балансовые руды, а тела N 2, 7 и 8 - забалансовые (табл.1). Остальные рудные тела (N 4, 6, 9, 21, 22, 23) представлены мелкими линзами.

В составе рудной зоны II лишь одно тело N 15 характеризуется наличием балансовых руд, а тела N 17, 18, 24 и 61 содержат забалансовые руды. Еще менее значительны размеры рудной зоны III, состоящей из семи отдельных тел, из которых только два (N 10 и 55) содержат забалансовые руды.

Морфология рудных тел и их внутренне строение достаточно сложны, что обусловлено определяющим влиянием на рудообразование структурного и

литологического факторов. Наиболее крупные тела (зона I) имеют форму усложненных пластообразных залежей (рис.2). Менее значительные из них представлены линзами, отличаются однородным строением, повышенным содержанием флюорита и, наоборот, пониженной концентрацией углекислого кальция.

Поскольку процессу замещения подвергались наиболее дробленные участки известняков в пределах структурно-литологических "ловушек", создаваемых силами автомагматических брекчий и кварцевых сиенитов, дайками алюмосиликатных пород, то форма и внутреннее строение рудных залежей во многом определялись морфологией этих ловушек. На морфологию рудных тел также оказывали влияние наличие на участке рудоотложения разнонаправленных зон дробления, характер их сочленения. В некоторых случаях внутреннее строение тел усложняется присутствием в них даек долеритов и трахириолитов (зона I), прослоев и линз незамещенных пород (рис.3).

Рудные тела Эгитинского месторождения в большинстве своем сложены брекчией, в которой обломки известняков и аргиллизированных пород сцементированы кварц-флюоритовым агрегатом. Наряду с брекчиями и полурыхлыми разностями нередко отмечаются плотные, массивные руды.

Количественные соотношения обломочного материала и цемента в рудных брекчиях испытывают значительные колебания, что вызывает соответствующие вариации содержания флюорита, углекислого кальция и кремнезема в рудах (см.табл.1).

Прожилково-вкрапленные руды имеют на месторождении ограниченное распространение; они развиты главным образом по породам алюмосиликатного состава. В зонах интенсивной трещиноватости и широкого развития прожилков текстура таких руд переходит в брекчиевидную.

Состав руд Эгитинского месторождения определяется особенностями их строения. Главными рудо-

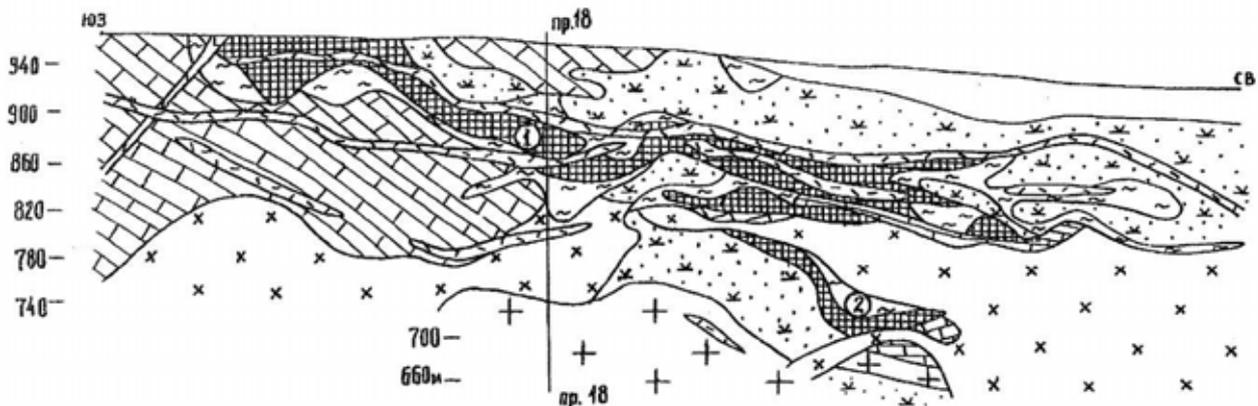


Рис.2. Продольный геологический разрез рудной зоны I с элементами структуры по профилю 0,1,2 (по В.М.Михайлову, Э.Н.Зеленому)

Условные обозначения см. на рис. 1

Таблица 1

Характеристика главных рудных тел (по данным разведочных работ Эгитинской ГРП)

Номер рудного тела	Форма рудного тела	Длина, м	Ширина, м	Мощность, м			Содержание, %		
				от	до	средняя	CaF ₂	CaCO ₃	SrO ₂
Рудная зона I									
1.	Пластообразная залежь	760	310	0,9	65,0	14,0	54,63	11,24	20,45
2.	"	100	60	1,9	10,0	5,5	57,72	14,87	14,09
3	"	170	50	1,9	11,0	4,0	58,33	10,36	16,44
7.	Линзообразная	80	60	1,4	17,0	6,0	51,60	15,13	15,56
8.	"	80	20	2,7	6,1	4,5	29,01	31,86	22,41
Рудная зона II									
15	Пластообразная залежь	400	145	2,2	30	12,0	46,89	3,6	28,77
17	Линза	50	30	2,6	60	45,0	42,38	14,77	17,38
18	"	160	75	1,9	7,0	3,5	42,67	9,75	29,25
24	"	85	80	3,2	19,0	8,0	37,55	12,12	27,60
61	Линзообразная залежь	55	50	2,5	19,0	8,5	39,20	9,36	28,39
Рудная зона III									
10	Линзообразная залежь	160	70	0,8	15,0	3,7	45,61	15,22	18,45
55	Линза	40	60	-	-	11,9	56,14	12,69	14,12

образующими минералами являются флюорит, кварц и кальцит, второстепенными - глинистые минералы, полевые шпаты, гидроокислы железа, фторрапатит. Содержание этих минералов отражено в табл.2.

В единичных зернах в рудах установлены также магнетит, гематит, гетит, ильменит, рутил, сфен, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, монацит, циркон, торит, амфибол, пироксен, биотит, хлорит, гранат, везувиан, турмалин.

Химический состав руд Эгитинского месторождения характеризуется повышенным содержанием CaF₂, меньшей концентрацией SiO₂, CaCO₃ и Al₂O₃. Другие компоненты фиксируются как примеси.

По данным фазового анализа CaF₂ практически полностью связан с флюоритом. Среднее содержание его в рудах главных рудных тел примерно одинаковое (см.табл.1). Коэффициент вариации содер-

жаний по сечениям характеризует распределение флюорита в рудах как неравномерное.

Кремнезем, судя по тем же данным, наполовину представлен "рудным" кварцем. Остальная часть его связана с обломками присутствующих в рудах алюмосиликатных пород и минералов.

Углекислый кальций характерен в основном для брекчиевых руд приконтактовых частей рудных тел, где процессы метасоматоза были явно фрагментированы. Содержание его в центральных частях тел обычно не превышает 5-10%. Основным источником CaCO₃ в рудах являются обломки незомещенных известняков. Поэтому, хотя промышленный тип руд определен как карбонат-флюоритовый, минеральный тип оруденения должен рассматриваться как кварц-флюоритовый, характерный для флюоритовых месторождений Забайкалья.

Глинозем связан с присутствием в рудах глинистых минералов, слюд и полевых шпатов, главным

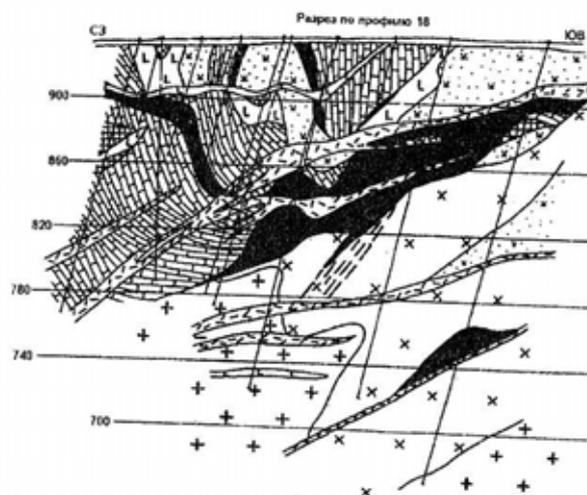


Рис.3. Поперечный разрез рудной зоны I по профилю 18. Экранирование оруденения пологими дайками трахириолитов
Условные обозначения см. на рис.1

образом первых. Содержание его колеблется от 0,37 до 14,70%, составляя в среднем 5,4%.

Фосфор, относящийся к вредным примесям руд, отмечается в десятых и сотых долях процента и лишь в западной части зоны I содержание его повышается до 2,8%. В целом же концентрация P_2O_5 в главных рудных залежах месторождения не превышает 0,7%. Минералого-геохимическими исследо-

ваниями было установлено, что появление фосфора в рудах связано с присутствием в них фторапатита и развивающегося по нему в виде тонких пленок редкого в природе простого алюмофосфата-берлинита (Булнаев, 1981).

Полуколичественный спектральный анализ руд показал отсутствие в них значимых концентраций других полезных и вредных компонентов.

Средний минеральный состав руд

Таблица 2

Минерал	Содержание, %		
	От	До	Среднее
Флюорит	32,8	67,4	48,0
Кварц	0,1	44,0	15,0
Кальцит	1,2	11,6	8,0
Полевые шпаты + гидрослюда 5,0 31,0 10,0			
Лимонит	Зн.	2,2	1,0
Гидроокислы железа	"	1,0	0,2
Гидроокислы марганца	"	1,1	0,3
Фторапатит	"	1,2	Зн.

Генезис месторождения

Первоначально рудные тела месторождения рассматривались как серия крутопадающих (около 80°) субпараллельных минерализованных зон брекчирования, одинаково пересекающих известняки и алюмосиликатные породы, включая автомагматические брекчии. Однако по результатам специальных тематических исследований нами была предложена иная модель формирования месторождения, согласно которой рудные залежи имеют метасоматическое происхождение, образовались путем замещения фтороносными гидротермальными растворами известняков под литологическим экраном, представленным силлами автомагматических брекчий и кварцевых сиенитов, дайками долеритов и трахириолитов (Булнаев, 1981). При этом также подчеркивалось, что фторометасоматоз происходил главным образом вдоль пологих, часто послонных зон дробления известняков. Результаты последующих разведочных работ полностью подтвердили предложенную модель образования месторождения.

Следовательно, в формировании Эгитинского месторождения играли определяющую роль два рудоконтролирующих фактора - литологический и структурный. Значение их было одинаково важным, ибо метасоматоз развивался интенсивно только по известнякам, испытавшим дробление и находящимся под литологическим экраном (см.рис.2). Иногда алюмосиликатные породы, выступающие в качестве такого экрана, образовывали своеобразные ловушки, в которых процесс метасоматоза был особенно активным.

При формировании рудных тел зоны I роль литологического экрана играли тело автомагматических брекчий и его апофизы, иногда в сочетании с дайками трахириодацитов. В зоне II в качестве подобного экрана выступал пологозалегающий силл кварцевых сиенитов, а в рудной зоне III - дайки долеритов и риолитовых порфиров. И, как уже подчеркивалось, все три зоны минерализации приурочены к разломам, представленным пологими зонами дробления.

Разведочными работами установлено, что складчатая структура ксенолита известняков не оказывала влияние на локализацию оруденения. Рудные тела зоны I сконцентрированы в осевой части синклинали и на северо-западном крыле ее. Простираение их на $10-15^\circ$ не совпадает с ориентировкой складки, хотя падение преимущественно согласное. Зона II, приуроченная к Контактному разлому, имеет по отношению к складчатой структуре ксенолита резко секущий характер, а зона III залегает на северо-западном крыле складки, но падение ее обратное, на северо-запад.

Роль стратиграфического или хроностратиграфического фактора в локализации оруденения крайне ограничена, сводится главным образом к тому, что метасоматические рудные тела, имеющие раннемеловой возраст, частично перекрыты позднеме-

ловыми молассами Поперечинской впадины. Вследствие отсутствия выраженной связи оруденения с определенным комплексом магматических пород влияние магматического фактора на образование и размещение месторождения никак не проявлено. По-видимому, источник фтора глубинный, связанный с мантией, что в целом характерно для флюоритовых месторождений Забайкалья.

Процесс формирования Эгитинского месторождения подразделен на множество стадий и подстадий (Коротасев и др., 1986). Однако детальным изучением взаимоотношений минеральных ассоциаций, закономерностей их смены во времени установлено, что минералообразование протекло в основном в три стадии: собственно флюоритовую, кварц-флюоритовую и кремнисто-карбонатную. С первой стадией связано образование всех главных метасоматических рудных тел и некоторых минерализованных зон в породах алюмосиликатного состава (зона II). Отложение белого фарфоровидного кварца и грубошестоватого или друзовидного флюорита происходило в тех же структурах после их тектонического подновления. В масштабах месторождения продукты данной стадии имеют явно подчиненное значение. В результате развития заключительной кремнисто-карбонатной стадии на месторождении образовались прожилки, небольшие гнезда и линзы халцедоновидного кварца, опала и кальцита.

Приведенная схема минералообразования хорошо согласуется с данными минералотермометрических исследований, которые показывают, что формирование месторождения происходило на фоне постепенного падения температур, причем кривая изменения температурного режима имеет прерывистый, ступенчатый характер (Попов, 1981). Окончанию каждой стадии и началу последующей соответствует определенная температурная ступень.

Термометрическому изучению подвергались оба главных минерала руд - флюорит и кварц. Отмечающиеся в них первичные и вторичные флюидные включения имеют газово-жидкий состав. Гомогенизация включений происходит в жидкую фазу, что свидетельствует о формировании месторождения из истинных гидротермальных растворов.

Исследованием установлено, что первичные включения в минералах первой, собственно флюоритовой, стадии гомогенизируются в интервале температур $250-145^\circ\text{C}$, вторичные включения - при $225-115^\circ\text{C}$. Соответствующие температуры кристаллизации грубошестоватого и кубического флюорита кварц-флюоритовой стадии составили $135-100$ и $125-95^\circ\text{C}$.

Криометрическим анализом газово-жидких включений в минералах не удалось достигнуть выделения кристалликов солей. Это обстоятельство и факт оттаивания льда при температуре минус $5,7-7,7^\circ\text{C}$ указывает на весьма низкую концентрацию растворов, что по отношению к жильным флюоритовым месторождениям Забайкалья отмечалось неоднократно (Архипчук, Росихина, 1969; Черепанов, 1972).

Запасы и технологические свойства руд, перспективы освоения месторождения

По данным ПГО "Бурятгеология", разведка Эгитинского месторождения завершена, перспективы увеличения запасов практически исчерпаны. Всего на месторождении подготовлено запасов по категориям С₁+С₂ 5095 тыс.т, в том числе балансовых - 4280 тыс.т, забалансовых по содержанию СаСО₃ - 151,7 тыс.т и забалансовых по горно-техническим условиям эксплуатации - 663,6 тыс.т. По содержанию флюорита руды относятся к богатым: 53,28% - в балансовых, 40,88% - в высококарбонатных и 52,18% - в забалансовых по условиям отработки.

Технологическими испытаниями установлено, что из руд Эгитинского месторождения возможно получение концентрата ФФ-92 при извлечении флюорита 72,54%. Обогащение руд при содержании углекислого кальция до 14% возможно по единой флотационной схеме. При вовлечении в отработку более карбонатных забалансовых руд необходимо шихтование их рудами менее карбонатными (тело N 15).

Прогнозные ресурсы Эгитинского месторождения по категориям Р₁ и Р₂ оцениваются, по данным работ ПГО "Бурятгеология", в 5,9 млн т руды. Для реализации этих прогнозов рекомендуется доразведать Дабхарское месторождение, расположенное в 11 км к северо-западу от Эгитинского, продолжить поиски непосредственно на площади месторождения, используя изложенные выше критерии контроля оруденения.

Высокое качество руд, благоприятные экономические и горно-технические условия их добычи сра-

зу обратили внимание промышленников на Эгитинское месторождение. В 1989 г. оно было передано Забайкальскому ГОКу для эксплуатации. В настоящее время на месторождении функционирует один небольшой карьер, отрабатывающий руды западной части зоны I, а добытая флюоритовая руда поставляется на переработку на Харанорскую обогатительную фабрику в Бурятии.

Литература

- Архипчук Р.З., Росихина А.И. Условия формирования флюоритовой минерализации Зап. Забайкалья, по данным минералотермобарометрии // Геология рудных месторождений. - 1969. - N 5. - С.110-113.
- Булнаев К.Б. Закономерности размещения флюоритовых месторождений Юго-Западного Забайкалья // Тр. Бурят. КНИИ СО АН СССР. - 1962. - Вып.9. - С.54-59.
- Булнаев К.Б. Особенности образования и размещения флюоритовых формаций Забайкалья // Эволюция эндогенных процессов и оруденения в Забайкалье. - Улан-Удэ, Бурят. филиал СО АН СССР, 1981. - С. 101-109.
- Комарова Г.Н. О возрасте гранитоидов и постмагматической минерализации некоторых рудных полей Западного Забайкалья // Тектоника и металлогения областей орогенной активизации. - Иркутск, 1986. - С.85-93.
- Коротаев В.В., Дивина Л.В., Виноградов Б.К. и др. Эгитинское месторождение флюорита // Геология и генезис флюоритовых месторождений. - Владивосток, 1986. - С.108-117.
- Попов В.Д. Особенности геологического строения и температурные условия образования Эгитинского флюоритового месторождения // Геология и геофизика. - 1981. - N 4. - С.132-134.
- Смирнов С.С. Очерк металлогении Восточного Забайкалья. - М.: Госгеолтехиздат, 1944. - 89 с.
- Черепанов А.А. Минералогия, геохимия и вопросы генезиса флюоритовых месторождений Восточного Забайкалья: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. - Иркутск, 1971. - 18 с.

* * *