

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



Журнал выходит один раз в два месяца

Основан в марте 1933 года

6/2004

Учредители:

Министерство природных
ресурсов РФ

Российское геологическое общество

Центральный

научно-исследовательский

геологоразведочный институт

цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро:

И.Ф.Глумов, Р.В.Добровольская (зам. главного редактора), В.А.Ерхов, В. И. Казанский, А.А.Кременецкий, Г.А.Машковцев, Н.В.Милетенко, Л.В.Оганесян (зам. главного редактора), А.Ю.Розанов, Г.В.Ручкин (зам. главного редактора), В.И.Старостин

Редсовет:

А.Н.Барышев, Э.К.Буренков, В.С.Быкадоров, Г.С.Вартанян (председатель редсовета), В.И.Ваганов, Н.Н.Ведерников, А.И.Жамойда, А. Н. Золотое, М.М.Константинов, Т.Н.Корень, Л.И.Красный, Н.К.Курбанов, Н.В.Межеловский, И.Ф.Мигачев, В.М.Питерский, Е.И.Семенов, В.С.Сурков, В.А.Ярмолюк

МОСКВА

Бирикээнская группа фосфатных месторождений (Южная Якутия)

Г.Ю.БОЯРКО (Томский политехнический университет)

Бирикээнская фосфатоносная площадь находится в пределах Анамжакского поднятия архейского кристаллического щита к западу от пос.Чульман, на правом берегу р.Тимптон. Здесь на площади 230 км² в процессе работ ПГО «Приленскгеология» и ГПП «Алдангеология» [3, 6] обнаружены месторождения Бирикээн, Левый Бурный и многочисленные точки апатитовой минерализации, а также вторичных фосфатов (см. рисунок, А).

Архейские складчатые структуры, включающие первичные апатитоносные образования, отличаются большой сложностью строения за счет более поздних дислокаций и преобразований. Основная структура площади — Усть-Чульманский синклиорий, в ядре которого обнажаются карбонатсодержащие отложения федоровской свиты раннего архея. Крылья складок сложены породами подстилающей верхнеалданской свиты. Находясь среди полей позднеархейских—раннепротерозойских гранитоидов и сильно гранитизированных пород, складчатые структуры фиксируются лишь по реликтам образований федоровской свиты. Простирающие оси складчатых структур синклиория часто изменяется, но сохраняется их общее субширотное направление. Южная часть синклиория осложнена вторичной складчатостью с появлением ундуляции осей складок. Здесь более напряженная разрывная тектоника и значительно большее проявление процессов гранитизации кристаллических пород. К таким напряженным участкам и приурочены все известные фосфатоносные объекты Бирикээнского рудного поля. Углы простирающих вторичных складок 345—355°, складки опрокинуты с углом падения крыльев 40—60° на восток и северо-восток.

В северной части площади архейские образования срезаются разрывом субширотного простирающего, где они контактируют с породами верхнего структурного этажа — вендскими доломитами и юрскими песчаниками. В двух скважинах на месторождении Левый Бурный под архейскими породами с фосфатоносными отложениями были вскрыты доломиты венда, перекрытые структурами пологого надвига.

Субширотный надвиг входит в систему регионального Анамжакского разлома. Другие разрывные нарушения принадлежат системам северо-восточной и субмеридиальной ориентировок. Многие из разрывов имеют древнее заложение, неоднократно подновлялись, что сопровождалось появлением апатитоносных кремнещелочных, силикатных и карбонатных кальций-магниевого метасоматитов и способствовало сохранности известных на площади линейных кор выветривания.

Возраст первичного апатитового оруденения, по данным рубидий-стронциевого датирования флогопита апатит-карбонатных руд Бирикээна, составляет 1764 млн.лет, а по изотопному составу свинца апатитов Усть-Чульманского проявления 1760—1940 млн.лет [9], что синхронно времени формирования Селигдарского месторождения апатит-карбонатных метасоматитов.

Фосфатоносные образования кор выветривания сформировались в позднепротерозойскую и кайнозойскую эпохи. Их возраст определен по косвенным признакам: 1) ли-

тофицированные конглобрекции месторождения Левый Бурный по вещественному составу идентичны позднепротерозойским осадочным брекчиям Селигдарского месторождения, залегающим под вендскими осадками; 2) рыхлые фосфатоносные гидрослюдистые породы площадных кор выветривания по составу и консистенции схожи с кайнозойскими корами выветривания Центрального Алдана. В рельефе местности образования кайнозойской коры выветривания проявлены в виде отрицательных форм, депрессий.

Фосфатоносные образования коры выветривания бирикээнского типа отражены в геофизических полях в виде аномалий: отрицательных магнитных, радиоактивных ториевой природы, пониженного гравитационного поля (за счет разуплотнения). Геометрия подошвы ложа коры выветривания отчетливо определяется при вертикальном электрическом зондировании. В геохимических полях фосфатные руды легко оконтуриваются по ореолам вторичного рассеяния фосфора, фтора, лантана и церия — элемента наиболее удобного для экспрессного метода рентгенорадиометрической съемки.

Бирикээнское месторождение расположено в бассейне одноименного ручья и его притока Правый Бирикээн. Основное рудное тело сложено породами фосфатоносной кайнозойской коры выветривания, развивающимися по раннепротерозойским апатитоносным кальций-магниевого метасоматитам селигдарского типа (карбонатные и силикатные) в толще метаморфических пород федоровской свиты (см. рисунок, Б). Вмещающие метаморфические отложения раннего архея насыщены инъекциями позднеархейско-раннепротерозойских гранитоидов, переходящих в сплошные поля. Полоса развития апатитоносных кальций-магниевого метасоматитов приурочена к зоне тектонического нарушения северо-западного простирающего. Ширина ее 0,3—1,8 км, протяженность более 10 км. На северо-западном фланге апатитоносная пачка перекрывается горизонтально залегающими юрскими континентальными осадками (песчаниками). В близповерхностной части месторождения апатитоносные кальций-магниевого метасоматиты, а также вмещающие их породы подверглись интенсивному химическому выветриванию. Мощность разреза площадной коры выветривания 30—210 м (в среднем 155 м), а в зонах разрывных нарушений до 250 м и более. В пределах месторождения выконтурирована ленточная залежь общей протяженностью 9,2 км и шириной 150—620 м, обогащенная фосфатами. Верхняя кромка ее ограничена дневной поверхностью, нижняя — глубиной распространения коры выветривания. Мощность собственно фосфатоносной залежи по данным бурения составляет в среднем по буровым линиям 77—196 м, достигая в отдельных пересечениях 225 м (в среднем по месторождению 135 м).

Фосфатоносны на месторождении: 1) апатит-силикатные метасоматиты, содержащие 1—3% P₂O₅; 2) апатит-карбонатные метасоматиты, концентрация P₂O₅ в них 3—6%; 3) апатит-франколит-слюдисто-полевошпатовые нелиффицированные образования кайнозойской коры вы-

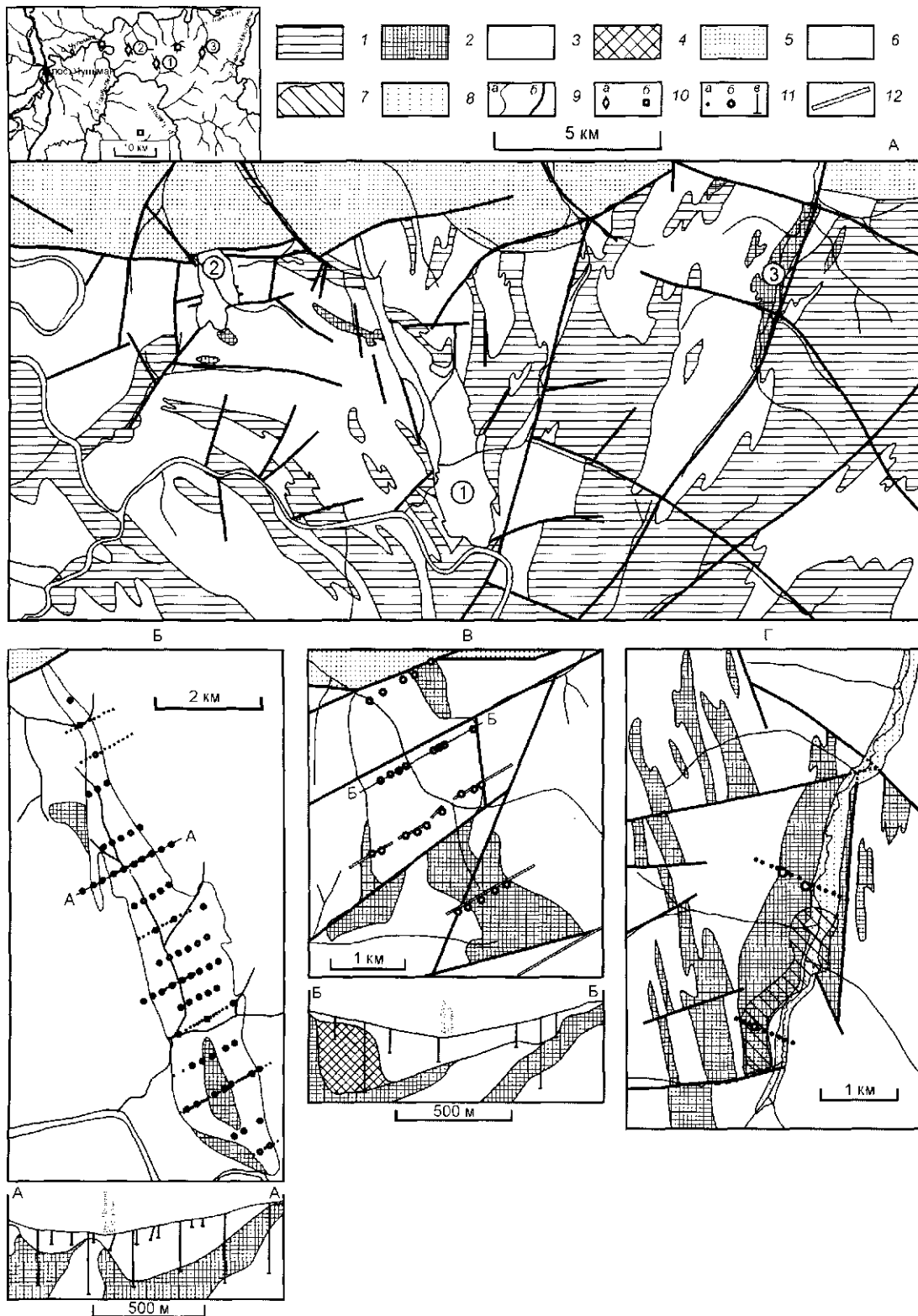


Рис. 1. Геологическая схема:

А — Бирикээнская фосфатоносная площадь; месторождения: Б — Бирикээнское (1), В — Левый Бурный (2), Г — Чукурданская площадь (3); метаморфические образования нижнего архея, свиты: 1 — верхнеалданская (биотитовые, биотит-роговообманковые, дупироксеновые гнейсы с прослоями кварцитов), 2 — федоровская (биотитовые, роговообманковые, диопсидовые гнейсы с линзами кальцифиров и мраморов); 3 — позднеархейско-раннепротерозойские граниты и гранитогнейсы; 4 — протерозойские литифицированные конглобрекции полевошпат-карбонат-апатит-кварцевого состава; 5 — породы верхнего структурного этажа — юрские песчаники, в подошве толщи маломощный пласт вендских доломитов; 6 — рыхлые образования кайнозойской коры выветривания гематит-франколит-апатит-гидрослюдисто-кварц-полевошпатового состава; 7 — площадь развития остаточных кайнозойских кор выветривания (сливные франколит-апатитовые руды); 8 — четвертичные аллювиальные отложения; 9 — геологические границы (а) и разрывные нарушения (б); 10 — местоположение фосфатных: а — месторождений, б — проявлений; 11 — точки заложения скважин: а — картировочных (глубина до 30 м), б, в — поисковых (до 300 м); 12 — каналы и бульдозерные траншеи

ветривания, содержащие до 30—40% P_2O_5 . Первые два типа апатитоносных образований полностью идентичны апатит-силикатному и апатит-карбонатному промышленным типам Селигдарского месторождения апатита, третий ранее в Южной Якутии не выделялся.

Апатитсодержащие силикатные кальций-магнєвые метасоматиты слагают ложе коры выветривания, а также встречаются в виде включений обломков в рыхлых продуктах самой коры — апатит-диопсидовые, апатит-скаполит-диопсидовые, апатит-хлорит-диопсидовые, апатит-полевошпат-диопсидовые породы. Содержание P_2O_5 в них колеблется от 0,1 до 10%, в среднем 0,9—1,5%. Как рудные образования (Бирикээнское фосфатное месторождение) первичные кальций-магнєвые метасоматиты из-за незначительного содержания в них апатита (5—8%) практического интереса не имеют.

Апатитоносные апатит-карбонатные метасоматиты также наблюдаются в неветрелых породах ложа коры выветривания и представлены апатит-кальцитовыми, апатит-мартит-доломитовыми, апатит-кальцит-диопсидовыми разновидностями. Собственно за счет выщелачивания карбонатной составляющей этих пород и сформировались фосфатноносные образования коры выветривания. Содержание P_2O_5 в них колеблется от 0,5 до 15%, в среднем 2,0—5,5%. Однако фрагменты обогащенных фосфором апатит-карбонатных пород небольших размеров, и их суммарные запасы не превышают 5% общих запасов месторождения.

Вторичные образования — фосфатноносные продукты коры выветривания представляют собой дезинтегрированную рыхлую массу пелитовой и псефитовой размерности с включением обломков щебня и глыб апатитоносных и безрудных вмещающих пород. Отдельные блоки франколит-апатитовых руд литифицированы за счет пропитки рыхлого материала франколитовым цементом в основном в подошве коры выветривания, но общее количество отвердевших рудных образований не превышает 10% их общего количества. Полезные компоненты в рудах — апатит и франколит. Апатит встречается в виде округлых, призматических и коротко столбчатых кристаллов и их обломков, бесцветных, голубовато-зеленоватой и сургучной окрасок. Зерна апатита содержат включения гематита и карбоната, приуроченные к плоскостям спайности и трещинам дробления. Зачастую обломки зерен апатита покрыты пленками гидроксидов железа, франколита и органического вещества. Содержание P_2O_5 в апатите 41,73% (см. таблицу), апатита в рыхлой коре выветривания 10—25%. Франколит представлен радиально-лучистыми сферолитовыми агрегатами в пустотах, трещинах дробления, в виде швов, цемента, сливных тонкозернистых масс, а также в виде оторочек по периферии зерен апатита. Цвета франколита бурый, светло-бурый, розовато-белый и белый. Агрегаты франколита часто покрыты пленками, корочками и налетами гидроксидов железа и органического вещества. Содержание P_2O_5 во франколите 38,11%, франколита в рыхлой коре выветривания 5—90%. Соотношение апатита и франколита в руде колеблется от 20:1 до 1:5, в среднем 5:1. Основную массу фосфатноносных продуктов выветривания составляют полевые шпаты (15—30%), кварц (12—20%), вермикулит+гидрофлогопит (12—31%), хлорит (0—5%), серицит (0—5%), гематит (4—6%), карбонаты (0—5%), диопсид (0—10%), цеолит (0—15%). В качестве аксессуарных минералов отмечаются тальк, эпидот, пирит, сфен, циркон, монацит.

Средний состав апатита и франколита Бирикээнского месторождения. По данным В.Н.Гулия, А.Р.Энтина [9]

Элемент	Апатит	Франколит
CaO	52,55	52,26
FeO	0,04	0,03
SrO	0,22	0,07
BaO	0,06	0,1
CeO ₂	0,35	0,01
ThO ₂	0,08	0,01
P ₂ O ₅	41,73	38,11
F	3,25	3,09
Cl	0,24	0,04
SO ₃	1,13	0,0

Среднее содержание P_2O_5 по месторождению 6,4%, коэффициент рудоносности 0,74. В качестве попутных полезных ископаемых можно рассматривать породы скальной вскрыши: песчаники на северо-западном фланге месторождения, гранитогнейсы — по периферии рудного тела; вероятные попутные полезные компоненты — гематит (мартит), составляющий до 5% объема рудных образований, и вермикулит — до 30%; попутные полезные примеси: в апатите — редкие земли (CeO₂ 0,26—0,95%, La₂O₃ 0,08—0,21%), F (3,17—3,32%), Sr (0,14—0,27%) и Ba (0,01—0,20%); во франколите — CeO₂ (0—0,08%), F (3,04—3,37%), SrO (0—0,6%), Th практически отсутствует.

Запасы и ресурсы Бирикээнского месторождения оценивались на основе параметров, утвержденных в ГКЗ кондиций аналога — Селигдарского месторождения апатита: бортовое содержание P_2O_5 3%, минимальная мощность рудного интервала и безрудного прослоя 10 м. Данные о вредных примесях, которые могут войти в кондиции, в настоящее время не определены. В качестве негативных факторов обогащения руды технологами названы примеси органического вещества (0,075—0,315%) и гидрослюда (3,5—18%), продольные содержания которых могут быть включены в дальнейшем в кондиции. Объемная масса рудных образований составляет 2,2 т/м³, среднее из трех крупнообъемных замеров в канавах и шурфах 2,1—2,3 т/м³. Всего по Бирикээнскому месторождению запасы и ресурсы составляют 64,2 млн.т P_2O_5 при среднем содержании 7,79% P_2O_5 и коэффициенте рудоносности 0,777. В северной части месторождения можно выделить локальный блок богатых фосфатных руд со средним содержанием 19,73% P_2O_5 , который включает 5,5 млн.т P_2O_5 . Ресурсы попутных полезных ископаемых и компонентов оцениваются ориентировочно: суммы редких земель цериевой группы 230—750 тыс.т, фтора 2400—5000 тыс.т, мартита 2—3 млн.т, вермикулита 50—100 млн.т, скальных пород для производства строительных материалов до 30 млн.т.

Месторождение Левый Бурный находится к северо-западу от собственно Бирикээнского месторождения (см. рисунок, В). Рудные образования представлены здесь тремя разновидностями: 1) первичными апатит-карбонат-

ными и апатит-диопсидовыми метасоматитами с содержанием P_2O_5 от 3 до 12% (в среднем 5—7%); 2) литифицированными продуктами протерозойской коры выветривания, состоящими из массивных конглобрекчиевых полевошпат-карбонат-apatит-кварцевых с содержанием P_2O_5 6—15% (в среднем 8,87%); 3) рыхлыми продуктами кайнозойской коры выветривания, характеризующимися дезинтегрированными породами с содержанием P_2O_5 3—15% (в среднем 6,8—7,8%).

Отличительная особенность рудных образований Левого Бурного — незначительное содержание в них вторичных фосфатов: отношение содержаний франколита к апатиту составляет 20:1. Кальций-магниево-метасоматиты, обогащенные фосфором, вскрыты под ложем коры выветривания. Интервалы их пересечений скважинами достигают 80 м, но геометрия недостаточно ясна. Ресурсы первичных апатитовых руд около 5% запасов месторождения.

Литифицированные позднепротерозойские конглобрекчие вскрыты скважинами на глубинах более 20—30 м и распространяются до 300 м, причем одна скважина глубиной 293,4 м из руды не вышла. Они прослежены в виде полосы северо-западного простирания шириной 400 м и протяженностью свыше 750 м. Эти образования по вещественному составу, консистенции и структурно-текстурным особенностям идентичны позднепротерозойским конглобрекциям Селигдарского месторождения апатита, залегающим в виде тонкого пласта под песчаниками юдомской свиты венда на апатит-карбонатном плотике. В литифицированных продуктах протерозойской коры выветривания сосредоточены 32% ресурсов P_2O_5 месторождения.

Рыхлая продуктивная кора выветривания распространена здесь на площади 2,5x1,5 км. Ее мощность от 10 м на южном фланге проявления до 250 м на северном. В рыхлой коре сосредоточено 63% ресурсов P_2O_5 участка. В подстилающих ее породах фундамента вскрыты апатитоносные литифицированные образования протерозойской коры выветривания и кальций-магниево-метасоматиты.

Запасы и ресурсы месторождения Левый Бурный составляют 24,7 млн.т P_2O_5 при среднем содержании 7,77% и коэффициенте рудоносности 0,669.

Чукурданская площадь — месторождение, расположенное к востоку от Бирикээнского. По результатам поисковых работ здесь выявлены многочисленные линзообразные тела апатит-карбонатных и апатит-скаполит-диопсидовых метасоматитов с содержанием P_2O_5 3—7% (в среднем 4,5—5%), переслаиваемых с диопсидовыми гранитами. Полоса оруденения северо-восточного простирания при ширине 750 м прослежена на расстояние более 2,5 км. Мощность кондиционных интервалов апатитовых руд по пересечениям скважин и канав 10—40 м; ресурсы проявления Чукурдан 7,3 млн.т P_2O_5 при среднем содержании 4,83% P_2O_5 и коэффициенте рудоносности 0,31.

В южной части проявления на площади 250x1000 м встречены фрагменты сливных апатит-франколитовых руд с содержанием 25—40% P_2O_5 , представляющих корневые остатки рыхлой коры выветривания, уничтоженной эрозией. Они размещаются в сохранившихся карманах ложа коры выветривания. Размеры их в плане первые десятки метров, глубина карманов известна всего по одному случайному пересечению скважиной (18 м). Ввиду небольших размеров и ожидаемых ресурсов (до десятков тысяч тонн в кармане) ранее они предметом поиска не являлись.

Однако в современных условиях эти небольшие фрагменты богатых руд могут эксплуатироваться малыми предприятиями. Суммарные ресурсы фосфатных руд корневых карманов Чукурданской площади могут составить сотни тысяч тонн P_2O_5 .

Обогащение фосфатных руд Бирикээнского месторождения. Технологические испытания на обогатимость выполнены на семи технологических пробах массой 22—306 кг в Дальневосточном институте минерального сырья (ДВИМС, г.Хабаровск) и Государственном институте горнохимического сырья (ГИГХС, г.Люберцы, Московская обл.). Различными исследователями руды месторождения однозначно определены как труднообогатимые.

Апатит-франколитовые руды коры выветривания Бирикээнского месторождения представлены рыхлыми образованиями гематит-франколит-apatит-гидрослюдисто-кварц-полевошпатового состава, класс крупности -1 мм при дроблении до -15 мм составляет 66,9%. Полезные фосфатные минералы представлены двумя фазами: апатит и франколит. Полное раскрытие апатита происходит в классе -0,2 мм, -0,4 мм — содержится его свободных зерен 95—97%. Удельная поверхность апатита 1,6 м²/г. При измельчении руды франколит, склонный к самоизмельчению, образует значительное количество тонких игольчатых зерен, попадающих в шламовую фракцию. Раскрываемость франколита лучше, чем у апатита: в классе -0,2 мм полная, -0,4 мм — содержится его свободных зерен 96—97% и более. Удельная поверхность франколита более чем в 1,5 раза выше, чем у апатита и составляет 2,6 м²/г.

На процесс обогащения фосфатов негативно влияют гидрослюды и органическое вещество. Гидрослюды представлены преимущественно вермикулитом в виде чешуек размером до 5 мм. При прокаливании вспучивается и расслаивается. Как минерал, склонный к переизмельчению, вермикулит — составная часть тонкодисперсных шламов. Обладая большой сорбционной емкостью, он зашламовывает фосфатный концентрат, снижая его качество. Органическое вещество наблюдается в виде тонкодисперсных (менее 1 мкм) выделений, а также пленок и интестиционных выполнений во франколите и на обломках породы, в ассоциации с пленками гидроксидов железа. В апатите эти образования не прослеживаются. В процессе флотационного обогащения органическое (или железо-органическое) вещество способствует образованию стойкой трудно разрушаемой пены, ухудшающей условия перемешивания операций. Негативный фактор обогатимости Бирикээнских руд — сам факт наличия двух форм фосфатных минералов, обладающих разными флотационными свойствами.

Были исследованы возможности гравитационного обогащения фосфатных руд Бирикээнского месторождения. Путем центрифугирования помолов в тяжелых жидкостях для всех проб были получены условно отвальный и концентрационный продукты. Бедные отвальные продукты с содержанием P_2O_5 1,4—1,58% при извлечении 5—15% получены на пробах, дробленных до -2 мм.

При исследовании возможности флотационного обогащения фосфатных руд испытывались схемы коллективной и последовательной селективной флотации в открытом и замкнутом (2—6 перемешиваний) циклах. При этом получались, соответственно, коллективный фосфатный концентрат и отдельно апатитовый и франколитовый концентрат.

ты. Экономические расчеты показали, что получение селективных концентратов неэффективно по сравнению со схемой коллективной флотации. В лабораторных исследованиях использовались как традиционные, так и новые флотационные реагенты, в т.ч. импортные. На основании технико-экономических расчетов наиболее перспективны схемы прямой коллективной флотации в замкнутом цикле (3—4 перечистки). В результате обогащения получены 34,5—36%-ные фосфатные концентраты при извлечении в концентрат 76—80%.

На одной пробе в голове обогатительного процесса флотацией получен слюдяной концентрат, представленный преимущественно вермикулитом с примесью хлорита, полевого шпата, кварца. На двух пробах была исследована возможность получения бедных 24—27%-ных фосфатных концентратов для производства плавящихся кальций-магниевого фосфатов. Извлечение в концентрат составляет при этом 75—82%, число перечистных операций сокращается до двух. При этом технология переработки бирикээнского фосфатного концентрата сплавлением с дунитами Инаглинского месторождения экономически очень эффективна, но, несмотря на весьма хорошие показатели вегетативных опытов с плавящимися кальций-магниевыми фосфатами, в крупных масштабах такие фосфаты пока не используются. Производство такого продукта возможно только после развития его рынка потребления, создать который можно и искусственно — продуманной рекламной кампанией.

В ДВИМС были проведены также опыты по изменению потребительских свойств полученного фосфатного концентрата. За счет механической активации в нем было повышено содержание лимоннорастворимой формы P_2O_5 с 3 до 20%, и в таком состоянии он может быть использован как готовый продукт — фосфорная мука.

Перспективы освоения Бирикээнского месторождения. Предприятия России, производящие фосфорные сырье и минеральные удобрения, вследствие кризиса экономики используют производственные мощности на 30—40%. В 1995 г. производство апатита составило 7,44 млн.т (19,24 млн.т в 1990 г), по импорту из Казахстана получено всего 60 тыс.т фосфоритов (в 1990 г. в РФ поступали 5,5 млн.т), на экспорт поставлены 3,4 млн.т апатитового концентрата (в 1998 г. — 4,3 млн.т) из АО «Апатиты» через Мурманский порт. На внутренние цели используется лишь 4,4 млн.т фосфорного сырья, что объясняется не отсутствием спроса, а низкой платежеспособностью сельскохозяйственных потребителей. Объем фосфорных удобрений, необходимый для внесения в обрабатываемую почву, должен составлять для России 11,5—12 млн.т P_2O_5 в год [5, 8].

Спецификой российской отрасли производства и переработки фосфорного сырья являются: 1) низкие отпускные цены FOT (60—80 долл./т апатитового концентрата или фосфорита), что повышает риск убытков производства фосфорного сырья в условиях экономических кризисов; 2) локальное размещение крупных предприятий по производству удобрений в глубине европейской части России (вблизи химических комбинатов, обеспечивающих производство реагентами), вдали от поставщиков фосфорного сырья и морских портов; 3) высокие затраты на транспортировку фосфорных сырья и удобрений к потребителям, что увеличивает цены SIF в 1,5—2 раза по сравнению с отпускными.

В результате отсутствия производства минеральных удобрений в восточной части России всегда ставился во-

прос об обеспечении сельского хозяйства Сибири и Дальнего Востока собственным фосфорным сырьем. До сих пор сельскохозяйственные предприятия этих регионов используют преимущественно естественные ресурсы почв. Даже в 1991 г. внесение фосфатных удобрений здесь не превышало 5% рационального уровня. Годовая потребность в фосфатных удобрениях составляет 900 тыс.т для Западной Сибири, 450 тыс.т для Восточной Сибири и 250 тыс.т для Дальнего Востока [7]. В качестве вариантов покрытия дефицита фосфорного сырья в 1989—1991 гг. предпринималась попытка освоения Ошурковского месторождения апатита (Республика Бурятия), составлялись проекты освоения Белозиминского месторождения фосфатов в Иркутской области или Селигдарского месторождения апатита в Республике Саха (Якутия). Общий кризис экономики полностью заморозил развитие рынка фосфорного сырья на востоке России, а к настоящему времени проекты освоения названных месторождений (с крупными запасами, но бедными рудами) совершенно не просматриваются ввиду изменений масштабов цен на сырье и условий налогового законодательства.

Разведка Бирикээнского месторождения фосфатов также была прекращена в результате кризиса геологоразведочной отрасли хозяйства. Однако полученные предварительные данные позволяют рассматривать следующие варианты его освоения, которые более оптимистичны по сравнению с проектом разработки близрасположенного Селигдарского месторождения апатита:

1. На Бирикээском месторождении возможно сокращение первоначальных вложений инвестиций за счет организации двухэтапной разработки: первой очереди на богатом блоке северной части месторождения; его руды без обогащения могут быть реализованы как III сорт фосфорной муки, а с гравитационным обогащением — и на I сорт; по такой же схеме можно вовлечь в производство и богатые руды остаточных корневых фрагментов Чукурданской площади; после ввода мощностей первой очереди и получения доходов от действующего производства возможно инвестирование вновь полученных собственных средств на создание полномасштабного обогатительного комплекса второй очереди и вовлечение в производство рядовых руд месторождений Бирикээ и Левый Бурный.

2. Разработка месторождений Бирикээнского и Левого Бурного, а также остаточных фрагментов коры выветривания на Чукурданской площади, исключительно благоприятна: по географо-экономическому положению — расстояние до железной дороги, автодороги республиканского значения и ближайших линий электропередачи составляет 25—40 км, на их площади отсутствуют сельскохозяйственные угодья и особо охраняемые территории; по горно-техническим условиям эксплуатации — отсутствие вскрыши, рыхлое состояние самих руд и вмещающих пород, коэффициент вскрыши с учетом разноса бортов карьера не превышает 1,5; по технологическим свойствам руд — легкая дробимость рыхлых руд (коэффициент Бонда менее 5), отсутствие в составе франколита радиоактивного тория, возможность получения попутного слюдяного (вермикулитового) концентрата.

3. Ближайший реальный рынок сбыта фосфатов уже имеется — Китай. Несмотря на то, что КНР занимает второе место в мире по добыче фосфорного сырья, эта страна — главный мировой импортер удобрений. В 90-е годы прошлого столетия с сельскохозяйственных предприятий

Дальнего Востока в Китай по бартерным сделкам были вывезены все запасы минеральных удобрений, включая лежалые и разложившиеся. Фосфатное сырье в виде, готовом для внесения в почву (фосфорная мука), — ликвидный и востребованный на китайском рынке товар (в отличие от апатитового концентрата, требующего дальнейшей переработки), а при улучшении экономического положения сельскохозяйственных предприятий Дальнего Востока России потребительский рынок фосфорного сырья будет только увеличиваться.

4. Освоение Бирикээнской группы фосфатных месторождений с годовым производством 1—2 млн. т фосфорного сырья (фосфатный концентрат, фосфорная мука, плавленные кальций-магниевого фосфаты) может стать для Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия) альтернативным вариантом диверсификации горнодобывающей промышленности на фоне сокращения объемов добычи угля на Нерюнгринском разрезе АО «Якутуголь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов Е.М., Ведерников Н.Н., Чуприна Н.С., Рябикин В.В. Агрохимическое и горно-рудное сырье на рубеже XXI в. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2000. № 5—6. С. 7—15.
2. Боярко Г.Ю. Перспективы освоения Бирикээнского месторождения / Проблемы освоения и перспективы развития Южно-Якутского региона. — Нерюнгри, 2001. С. 24—27.
3. Боярко Г.Ю., Сучков В.Н. Фосфаты Южной Якутии / Проблемы геологии, геофизики и полезных ископаемых Алдано-Станового геоблока. — Якутск, 1990. С. 127—131.
4. Гулий В.Н., Иевлев А.А. Состав и особенности фосфатов месторождения Бирикээн // Литология и полезные ископаемые. 1990. № 6. С. 44—55.
5. Киперман Ю.А., Комаров М.А., Филько А.С. Особенности минерально-сырьевой базы фосфатов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 1996. № 5. С. 13—16.
6. Краевский Б.Г., Нургалиев Г.Н., Суховерхова М.В., Светлицкий Н.И. Гипергенное фосфатонакопление в Мелемкенском районе Алданского щита / Месторождения агрохимического сырья на юге Дальнего Востока. — Владивосток, 1989. С. 7—23.
7. Фархутдинов Р.З., Карпова М.И., Зеленихин В.А. и др. Минерально-сырьевая база фосфатных и нетрадиционных агрохимических руд Сибири и Дальнего Востока: перспективы освоения // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 1999. № 6. С. 6—11.
8. Филько А.С., Файзуллин Р.М., Карпова М.И. и др. Фосфатные руды России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 1994. № 5. С. 18—25.
9. Энтин А.Р., Зайцев А.И., Тянь О.А. и др. Признаки участия глубинных источников в генезисе апатитовых руд селигдарского типа // Докл. АН СССР. 1989. Т. 108. № 2. С. 457—460.