

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 553.492.(571.621)

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛУНИТОВ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ БУРИНДИНСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ)

Г.Ф. Склярова

Институт горного дела ДВО РАН,
ул. Тургенева 51, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: sklyarova@igd.khv.ru

В статье обобщен материал по алунитопроявлениям Амурской области. Буриндинское и Дульнейское проявления более детально оценивались с точки зрения возможной золотоносности вторичных кварцитов. Вместе с тем вулканогенные образования Талдинского комплекса, с которыми генетически связаны алунитопроявления, имеют довольно широкое площадное развитие, что не исключает выявления промышленных объектов алунитовых руд. С целью определения геолого-экономической модели возможного промышленного месторождения алунитов в географо-экономических условиях Сковородинского района Амурской области выполнены технико-экономические расчеты с учетом комплексной переработки алунитового и сыныритового сырья при безотходном производстве глинозема, серной кислоты и сульфата калия, оксида ванадия; остаточных продуктов для производства цемента и других строительных материалов. Выполненными технико-экономическими расчетами модели промышленного месторождения (на примере Буриндинского проявления) установлено, что для Сковородинского района Амурской области отработка месторождения может быть рентабельной с ресурсами более 300 млн т алунитовых руд со средними содержаниями не менее 34% алунитов, 12,5% глинозема. В современных условиях эти выводы требуют пересмотра без умаления практической значимости алунитов в качестве комплексного и безотходного вида сырья на глинозем, коагулянты, бесхлорное калийное удобрение и другие промпродукты.

Ключевые слова: алуниты, месторождение, комплексное сырье, Амурская область.

Дальний Восток является в России регионом наиболее уникального развития алунитового оруденения, в пределах которого выявлено более 100 месторождений и проявлений. Наиболее широко алунитоносность развита и изучена в процессе выполнения геологоразведочных работ и выполнения химико-технологического опробования в Хабаровском крае в пределах Нижне- и Средне-Амурской частей Сихотэ-Алинского вулканического пояса (месторождения Гряда Каменная, Искинское, Круглый Камень, Шелеховское с суммарными запасами более 800 млн т и другие). Наиболее крупные прогнозные ресурсы алунитовых руд (около 6 млрд т) сосредоточены в Охотском районе Хабаровского края в двух месторождениях (м. Наледное, пр. Рамочное) в составе вторичных кварцитов Хакаринской впадины. Промышленное использование алунитов Нижне-амурских месторождений ввиду географической отдаленности и экономической неосвоенности

района требует значительных вложений на развитие социальной и промышленной инфраструктур, что в настоящее время не планируется, хотя геолого-поисковый и химико-технологический материал по этим месторождениям накоплен весьма значительный [2].

В настоящей работе обобщен материал по алунитопроявлениям Амурской области, выявленным в процессе выполнения геологосъемочных работ. Буриндинское и Дульнейское проявления более детально оценивались с точки зрения возможной золотоносности вторичных кварцитов. Вместе с тем вулканогенные образования Талдинского комплекса, с которыми генетически связаны алунитопроявления, имеют довольно широкое площадное развитие, что не исключает выявления промышленных объектов алунитовых руд.

С целью определения геолого-экономической модели возможного промышленного месторождения алунитов в географо-экономических

условиях Сковородинского района Амурской области выполнены технико-экономические расчеты на базе имеющихся данных по известным алунитопрооявлениям.

Алунитовые руды, применявшиеся с древних времен для получения квасцов, являются перспективным источником природного алюминий-содержащего сырья для производства глинозема. В нашей стране наряду с производством глинозема из низкокремнистых бокситов по способу Байера осуществляется производство алюминия из высококремнистых бокситов по способу спекания, а также за счет комплексной переработки восстановительно-щелочным способом нефелиновых и алунитовых руд. На базе алунитовой руды Загликского месторождения в Азербайджане действует Кировобадский алюминиевый завод, где впервые в мире осуществляется комплексная переработка алунитового сырья с получением глинозема, серной кислоты и сульфата калия с извлечением оксида ванадия и использованием алунитового шлама для производства строительных материалов. Получением попутных продуктов – серной кислоты 2 т и высокоценного удобрения сульфата калия – 1 т на 1 т глинозема обеспечивается высокая экономическая эффективность комплексной переработки алунитового сырья.

Алунитовые руды – это гидротермально-метасоматические образования, генетически связанные со вторичными кварцитами, содержащими минерал алуниит $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ в количествах не менее 20–30%. Руды с содержанием алуниита до 45–50% могут рассматриваться как сырье для непосредственной технологической переработки (Загликское месторождение), руды с меньшими концентрациями целесообразно подвергнуть технологическому обогащению. Наличие в алунитах кроме глинозема (до 37%) повышенных концентраций серного ангидрида (до 38%), окиси калия (до 13%) и других полезных компонентов, технологическая возможность их достаточно высокой извлекаемости позволяют рекомендовать этот вид сырья как комплексный при организации безотходного производства.

Получение глинозема и других сопутствующих продуктов из алунитового сырья – энергоемкий, технически и технологически сложный и дорогостоящий процесс, требующий создания производственного комплекса, включающего строительство обогатительной фабрики, глиноземного завода, электростанции и других промышленных объектов. Кроме того, для организации технологического процесса обогащения необходима постав-

ка в значительных объемах серы, известняков, щелочей и других материалов, что приводит также к удорожанию производства. В связи с вышеизложенным промышленное использование алунитовых руд может быть экономически оправданным при производстве глинозема и других продуктов в объемах, удовлетворяющих потребности областей и краев Дальневосточного экономического района (ДВЭР).

Согласно долгосрочным планам развития народного хозяйства ДВЭР потребности в алюминии определены в 300 тыс. т (или 600 тыс. т глинозема), что в настоящей работе принималось при расчете годовой производительности промышленного объекта в регионе. Ценными сопутствующими промпродуктами при переработке алунитов являются также сульфаты калия – бесхлорные калийные удобрения, серная кислота, потребности в которых в недостаточной степени удовлетворяются за счет ввоза из европейской части России: крупнотоннажные отходы – белитовые шламы могут найти широкое применение в цементном и строительном производстве.

Проявления алунитов Амурской области характеризуются более выгодным географо-экономическим положением, расположением вблизи от железной дороги, ЛЭП и других источников энергии и сырья. Кроме потребностей ДВЭР в глиноземе, в области развиты сельское хозяйство и другие местные отрасли промышленности, позволяющие найти применение и продуктам комплексной переработки алунитов. Область является основным поставщиком сои в крае и стране. Для ее выращивания требуется поставка больших количеств туков сернокислого калия, калийсодержащих комплексных удобрений. Поскольку на территории Дальнего Востока месторождений калийных солей недостаточно, в качестве возможного сырья их могут служить алуниты. Остаточные продукты переработки – белитовые шламы также могут найти широкое применение при производстве цемента и других строительных материалов.

Возможным преимуществом использования алунитов Амурской области может быть вариант их совместной переработки с щелочными породами – сынныритами Сакунского массива, расположенного в Читинской области, вблизи железной дороги, в 300 км от границы с Амурской областью. Проектный вариант комплексной переработки Закарпатских алунитов (Беганьское месторождение) с польским нефелиновым концентратом разработан Всероссийским алюминиево-магниевым институтом (ВАМИ). Основными исходными ма-

териалами служат алунитовое сырье, сынный-ри-товый концентрат и известняк. Промышленными продуктами их переработки являются глинозем, получаемый из алунитового и сынный-ри-тового сырья в соотношениях 70 и 30%, а также серная кислота, сульфат калия, пентоксид ванадия и цемент. При этом способе переработки не требуется поставок остродефицитной калийной щелочи, обеспечивается комплексное использование алунитового и сынный-ри-тового концентратов.

Энергетическое и карбонатное сырье, необходимое для обеспечения глиноземного комплекса в Амурской области, предполагается получить на базе Тыгдинского месторождения бурых углей и известняков Чагоянского месторождения, сера может поставляться с Гаурдакского завода (Туркменистан). В варианте строительства глиноземного завода в пос. Сиваки учитывалось размещение его вблизи железной дороги, в 35 км от крупного разведанного месторождения бурых углей, на базе которого возможно строительство ТЭЦ и ЛЭП, в 147 км от Чагоянского месторождения известняков и цементного завода. Крупнотоннажные отходы при производстве глинозема – белитовый и алунитовый шламы могут являться дополнительным ценным сырьем для цементного производства, транспортировку которого возможно будет осуществлять по железной дороге Чагоян-Шимановск-Сиваки.

Буриндинское и другие проявления Амурской области в отношении алунитоносности изучены недостаточно. Однако, основываясь на результатах химических анализов, вещественном составе руд, при допущении их аналогии с рудами известных нижеамурских месторождений алунитов (Искинское, Шелеховское и др.) в настоящей работе условно в основу для технико-экономических расчетов модели месторождения положены данные, принятые в технико-экономическом совете для оценки алунитов Среднего Приамурья с введением поправочных коэффициентов.

Модель месторождения рассчитана в 2-х вариантах; первая – исходя из производительности глиноземного комплекса, обеспечивающей ДВЭР потребности в глиноземе; вторая – из расчета нормативных показателей рентабельного производства согласно установленным нормам (срока окупаемости, коэффициентов рентабельности и эффективности и пр.). Выполненная работа может иметь практическое значение при планировании основных направлений геологоразведочных и поисковых работ в области, выборе объектов для детальных исследований, дает представление о воз-

можном комплексном использовании алунитового сырья в народном хозяйстве области.

В технологическом процессе используется алунитовая руда (в том числе и с низким – 30% и более содержанием алунита) в сыром виде, измельченная до крупности 0,5–1 мм. Двухстадийное выщелачивание вначале раствором калиевой щелочи, а затем раствором серной кислоты позволяет избирательно извлекать в раствор сульфат калия и сульфат алюминия. По разработкам ВАМИ для производства 1 т коагулянта (твердого, очищенного, 15% $[Al_2O_3]$) требуется 1,7 т руды с содержаниями алунита не ниже 35%. Исходя из потребностей ДВ в сернокислом алюминиевом коагулянте в количестве 30 тыс. т из расчета на 50 лет достаточны запасы алунитовой руды в 10–15 т при среднем содержании алунита более 30%.

Алунитопоявления Амурской области выявлены в составе нижнемеловых вулканогенных образований базальт-дацитовой серии талданской свиты, имеющих довольно широкое развитие в пределах разнообразных по масштабам вулканотектонических структур. Генетически они связаны с гидротермально-измененными породами типа вторичных кварцитов, развитыми по эффузивам талданской свиты. Проявления алунитов были обнаружены в процессе выполнения среднемасштабных геологических съёмок и тематических работ.

Буриндинское проявление алунитов расположено в Сквородинском районе Амурской области, вблизи разъезда Буринда ДВЖД (7418 км). Оно находится на пологом восточном склоне возвышенности с абсолютными отметками более 600 м, в самых верховьях р. Буринда-2, впадающей в р. Буринду. В экономическом отношении район в целом развит слабо. Население размещено главным образом вдоль железнодорожной магистрали. Наиболее крупным является пгт Магдагачи (более 10 тыс. чел.) с железнодорожной станцией и депо, аэропортом на линии Иркутск-Хабаровск. В поселке имеется несколько предприятий местной промышленности. Вдоль железной дороги проходит ЛЭП.

В геолого-структурном отношении проявление приурочено к Талдано-Худагачинской центрально-кольцевой структуре, размерами 15×15 км, в строении которой принимают участие вулканогенные (базальты, андезиты, дациты и их туфы), экструзивно-субвулканические (андезиты, дациты, эксплозивные брекчии) и интрузивные (гранодиориты, гранит-порфиры, монзониты, диоритовые порфиры) образования позднеме-

лового возраста (талданский комплекс). В структурно-металлогеническом плане проявление локализовано в пределах рудного поля, входящего в состав Талданского золотоносного узла Гонжинской металлогенической зоны.

В границах рудоносного поля, приуроченного к палеовулкану центрального типа, широко развиты гидротермально измененные породы, пространственно связанные с экструзиями, субвулканическими интрузиями, эксплозивно-брекчиевыми телами, приуроченными к кольцевым разломам и другим тектоническим нарушениям.

По материалам предыдущих исследований наземных геофизических работ, проведенных работниками Дальневосточного института минерального сырья (ДВИМС), выделены два пространственно связанных рудоносных блока – северо-западный площадью 0,46 км² и юго-восточный – 0,33 км² с расстояниями между ними 150×200 м, вмещающих залежи алунитов, размеры которых от 20×130 до 150×400 и 230×270 м. В составе вторичных кварцитов выделены монокварцитовая, диаспоровая, алунит-каолининовая и моноалунитовая стадии, что учитывалось при подсчете ресурсов.

Алунитовые кварциты обладают порфиروبластовой структурой и тонкозернистой основной массой. Порфиробласты сложены пустоватым и зернистым алунитом, диаспор встречается в виде рассеянной вкрапленности неправильных зерен. Содержание алунитов по химанализам 21 пробы варьируют от 15,6 до 89,4%, составляя в среднем 33,9%.

По материалам предыдущих исследований, прогнозные ресурсы проявления по категории Р₂ определены в 75,3 т руды, при средних содержаниях алунита в 33,9% ресурсы алунитовых руд составляют 25,5 т, при содержаниях глинозема в 37% ресурсы глинозема 9,45 т.

По представлениям В.И. Сухова, исходя из опыта разведки алунитовых кварцитов, глубина выклинивания алунитовой фации в большинстве случаев колеблется от 300 до 500 м. Приняв для рассматриваемого массива размах алунитовой минерализации в 400 м и учтя глубину его эрозионного среза порядка 150–200 м, предполагается выклинивание алунитовых кварцитов на глубине 150–200 м от современной поверхности. При средних содержаниях алунита в пределах 33,9%, исключая ураганные содержания в жильных алунитах, ресурсы категории Р₂ были оценены в 240 т руды. По данным электроразведки, проведенной работниками ДВИМСа в 1990 г., глубина развития

вторичных кварцитов определена в 50–60 м, что, естественно, сказалось при определении ресурсов объекта.

Дульнейское проявление расположено по р. Дульней (правый приток р. Ольги). Оно приурочено к вторичным кварцитам по эффузивам талданской свиты. В структурно-металлогеническом отношении локализовано в пределах Дульнейской вулканотектонической депрессии, входящей, наряду с Буриндинским проявлением, в состав Тыгда-Магдагачинского золотоносного узла Гонжинской металлогенической зоны. Дульнейская депрессия размерами 6×5 км расположена в пределах Мало-Ольгинского плагιοгранит-порфирового массива раннемелового возраста и приурочена к близширотной тектонической зоне.

В геологическом строении депрессии принимают участие вулканогенные образования базальт-дацитовый серии талданской свиты и дацитовые экструзии. По эффузивам талданской свиты развиты гидротермально измененные породы типа вторичных кварцитов. Среди них в двух тектонических блоках – западном и восточном, представляющих участки Дульнейского проявления, выявлены алунитсодержащие кварциты. Западный блок полигонального очертания площадью до 2 км² характеризуется развитием вторичных кварцитов на площади 1,3 км² по экструзивным и покровным дацитам. По минеральному составу среди них выделяются алунитовая, алунит-диаспоровая, каолининовая серицитовая и серицит-турмалиновая фации. Восточный блок по форме в плане близок к прямоугольной форме с размерами 1,7×0,7 км. Вторичные кварциты, в том числе и алунитсодержащие, развиты повсеместно.

Алунитовые и диаспор-алунитовые метасоматиты в западном блоке образуют субмеридиональное линзовидное тело, наибольшие размеры которого на современном эрозионном срезе 1,3×0,4 км; в восточном блоке они слагают удлиненные в близширотном направлении тела с тектоническими ограничениями длиной до 1 км, шириной выхода от 150 до 350 м. При средних содержаниях алунита в 28% запасы алунитовых руд – 33 т, глинозема – 37%, ресурсы глинозема 12,23 млн т.

Все фации кварцитов существенно обогащены золотом, содержания которого составляют (мг/т) в монокварцевой – 32,4, серицитовой – 4,3, каолининовой – 74,3 и алунитовой – 16,0. По данным В.И. Сухова (1975), положительно оцениваются перспективы выявления золоторудных тел в западном и восточном блоках под «шапкой» вто-

ричных кварцитов. В пределах поля вторичных кварцитов пройдены 4 линии канав. В 7 штуфных пробах содержание алунитов колеблется от 20,72 до 34,44%. В руслах рр. Дульней, М. Дульней, М. Дулини отмечается присутствие золота. По мнению А.П. Сорокина, участок заслуживает детального изучения.

Выполненными технико-экономическими расчетами модели промышленного месторождения (на примере Буриндинского проявления) установлено, что для Сковородинского района Амурской области отработка месторождения может быть рентабельной с ресурсами более 300 млн т алунитовых руд, со средними содержаниями не менее 34% алунитов, 12,5% глинозема. При этом учитывалось обеспечение глиноземного производства в основном за счет местных сырьевых ресурсов: известняк – м. Чагоянское, бурый уголь – м. Тыгдинское. Поставка сырьевых концентратов предполагается с п. Таксимо (м. Сакунское), серы – с Гаурдакского серного завода (Туркменистан); размещение производственного комплекса (карьер, обогатительная фабрика, глиноземный завод, ТЭЦ) – в непосредственной близости от железной дороги.

Поскольку технологических исследований по обогащению и переработке алунитовых руд проявлений Амурской области не проводилось, в работе по аналогии с известными месторождениями рассмотрены восстановительно-щелочной метод обогащения, а также вариант комплексной переработки алунитов в едином технологическом цикле с сынныритами, имеющий ряд преимуществ по сравнению с раздельной их переработкой, заключающихся в следующем:

1) Гидроксид алюминия на образовании товарного глинозема поступает как из алунитового, так и сынныритового концентратов в количественных соотношениях примерно 70 и 30%.

2) Исключается необходимость поставки каустической щелочи из западных районов страны. Щелочь из сынныритовой ветви поступает для компенсации потерь в технологическом цикле алунитовой ветви.

3) При производстве глинозема из алунитового сырья по восстановительно-щелочному способу при переработке бокситов по способу Байера в алюминатных растворах накапливается V_2O_5 ,

содержащийся в алюминиевых рудах. На ряде глиноземных заводов из алюминатных растворов осуществляется извлечение соединений ванадия, имеющих применение в текстильной промышленности в качестве протрав при крашении тканей, в сельском хозяйстве – растворимые соли мышьяковистованадиевой кислоты в качестве фунгисидов и инсектисидов, в стекольной и керамической промышленности для окраски в качестве проявителя.

4) ВАМИ разработан способ получения сернокислого алюминия из алунитовой пыли глиноземного производства на базе алунитовой руды. При этом удельный расход серной кислоты снижается по сравнению с использованием каолина на одну треть и нефелина – в два раза.

5) При промышленном использовании алунитового сырья пустая порода, входящая в его состав и состоящая из кремнезема, оксида железа и других примесей, выделяется в виде нерастворимого остатка – шлама и удаляется в отвал. Удельное количество шлама составляет 3–4 т на 1 т глинозема, в том числе 60–70% песковой и 40–30% илистой фракции. С целью повышения комплексности использования сырья и охраны окружающей среды путем сокращения шламовых отвалов проводятся испытания по их использованию для производства различных строительных материалов.

6) Комплексная переработка алунитового и сынныритового сырья является безотходным производством с получением глинозема, серной кислоты и сульфата калия, оксида ванадия; остаточные продукты – шламы могут найти широкое применение для производства цемента и других строительных материалов.

Для более обоснованной оценки промышленного значения алунитов Амурской области рекомендуется постановка разведочных работ на выявленных объектах промышленного значения, выполнение по намеченной схеме технико-экономических расчетов в современных ценах с учетом изменения инфраструктурных условий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кашкай М.А. Алуниты, их генезис и использование. Т. 1, 2. М.: Недра, 1970.
2. Склярова Г.Ф. Минерально-сырьевой сектор неметаллов Дальнего Востока и его роль для экономики региона. Хабаровск: ООО «Ситалл», 2013. 288 с.

PERSPECTIVE EVALUATION OF ALUNITE DEPOSITS IN THE AMUR REGION (ON THE EXAMPLE OF BURINDINSKY MANIFESTATION)

G.F. Sklyarova

In the paper, the author generalizes the material on manifestations of alunites in the Amur region. Burindinsky and Dulneysky manifestations are estimated by the author in more detail from the point of view of possible gold mineralization of secondary quartzites. However, volcanogenic formations of the Taldinsky complex, genetically linked with manifestations of alunites, have a wide area development. That means it is possible to identify industrial facilities of alunite ores. In order to determine the geological and economic model of a possible industrial alunite deposit in the geographical and economic conditions of the Skovorodinsky district in the Amur region, the author made technical – economic calculations. The calculations take into account a complex processing of raw materials of alunite and synnyrite in the waste-free production of alumina, sulfuric acid and potassium sulfate, vanadium oxide, as well as the processing of residues for the production of cement and other building materials. Technical and economic calculations of the industrial field model (on the example of the Burindinsky manifestation) show that in the Skovorodinsky district of the Amur region the development of the field can be profitable if the resources are more than 300 million tons of alunite ores with an average alunite content of at least 34%, and alumina – 12,5%. In modern conditions, these conclusions need to be revised, but without diminishing the practical importance of alunites as complex and waste-free raw materials for alumina, coagulants, chlorine-free potassium fertilizer and other industrial products.

Keywords: alunites, deposit, complex raw materials, Amur region.