

Кадышев С.
Ж. Баласагын атындагы КУУ
Кадышев С.
КНУ имени Ж. Баласагына
Kadyshev S.
KNU named after J. Balasagyn
ORCID: 0009-0007-1426-5666

**КЫЗЫЛ-ОМПОЛ ТИТАН КЕНИ: АЗЫРКЫСЫ ЖАНА КЕЛЕЧЕГИ
МЕСТОРОЖДЕНИЕ ТИТАНОВЫХ РУД КЫЗЫЛ-ОМПОЛА: НАСТОЯЩЕЕ И
БУДУЩЕЕ
KYZYL-OMPOL TITANIUM ORE DEPOSIT: PRESENT AND FUTURE**

Кыскача мүнөздөмө: Макалада Кыргызстандагы Кызыл-Омпол титанмагнетит кенинин курамы (кору) жана иштетүүнү уюштуруу мүмкүнчүлүгү талкууланган. Белгилүү шарттар аткарылса, алгач радиациялык руданы – уран менен торийди иштетүү зарыл, деген тыянак чыгарылган. Бул элементтердин бүткүл запасы алынып, бул аймакта толук радиациялык коопсуздукту түзгөндөн кийин негизги руданын корлорун өздөштүрүү жана байытуу башталышы мүмкүн.

Аннотация: В статье рассматривается состав (запасы) и возможность организации разработки Кызыл-Омпольского месторождения титаномагнетита Кыргызстана. Делается вывод о необходимости выполнения определённых условий: сначала нужно вывести радиационную руду – уран и торий, после вывоза всего запаса этих элементов, создания полной радиационной безопасности на данном участке, можно начать разработку и обогащение запасов основных руд.

Abstract: The article discusses the composition (reserves) and the possibility of organizing the development of the Kyzyl-Ompol titanomagnetite deposit in Kyrgyzstan. It is concluded that if certain conditions are met, the radiation ore – uranium and thorium – must first be removed. After removing the entire stock of these elements and creating complete radiation safety in this area, the development and enrichment of the main ore reserves can begin.

Негизги сөздөр: титанмагнетити; ильменит; титандын эки окиси; уран; торий; магний; жерде сейрек кездешүүчү элементтер; технологиялык процесс.

Ключевые слова: титаномагнетит; ильменит; диоксид титана; уран; торий; магний; редкоземельные элементы; технологический процесс.

Keywords: titanomagnetite; ilmenite; titanium dioxide; uranus; thorium; magnesium; rare earth elements; technological process.

Материалы статьи были озвучены на Международной научно-практической конференции «Актуальные аспекты научных исследований горных территорий», посвящённой Дню Земли, которая была организована КНУ имени Ж. Баласагына и проходила 22 апреля 2024 года в Бишкеке.

На вопрос: «Почему наша республика относится к числу беднейших стран мира»?., получаешь ответ: «У нас нет газа и нефти, которые являются основными энергоресурсами». Люди, дающие такой готовый ответ, должны понять и говорить о главном богатстве страны: о горах, чистых водах, которые стекают с них и о полезных ископаемых, которые созданы природой и должны служить на благо народа.

На самом деле горы Кыргызстана богаты природными ресурсами, и страна обладает значительным потенциалом по многим полезным ископаемым. Выгодными в экономическом отношении являются месторождения золота, ртути, сурьмы, редкоземельных элементов, олова, вольфрама, угля, нерудного сырья, подземные воды. Есть перспектива организации добычи железа, титана, ванадия, алюминия, меди, молибдена, бериллия [1; 2; 20]. К сожалению, в течение предыдущих 30 лет разрешения на бесконтрольную разработку месторождений выдавались иностранным компаниям. Основная руда и сопутствующие минералы после соответствующей переработки вывозились из Кыргызстана, в результате экологии страны наносился непоправимый ущерб без приемлемой прибыли. Только после перехода эксплуатации золоторудного комбината «Кум-Тор» под контроль государства появилась надежда, что вышеотмеченных бесконтрольных разработок не будет, и все природные богатства будут использоваться для повышения благосостояния жителей республики.

Из-за бесконтрольной выдачи лицензий на разработку месторождений редкоземельных элементов (РЗЭ) Куттуу-Сай-II и Калесай в 1913-2019 гг. проходили международные арбитражные слушания по отзыву лицензии компаний Stans Energy Corp. и ОсОО Kutesay Mining LLC. В результате 20 августа 2019 г. арбитраж удовлетворил около 6% от заявленной суммы исковых требований, а именно 15 млн. долл. плюс 5% по ставке с 2014 г. [3-5]. Это только один эпизод нашего прошлого!

Весной 2019 г. страну сотрясла волна митингов против проекта по разработке уранового месторождения Таш-Булак в Иссык-Кульской области. Итогом многочисленных акций протеста стал отзыв лицензии на разработку урана. Позже в республике приняли закон, запрещающий разведку и разработку месторождений урана и тория [6].

20 февраля 2024 г. Президент КР Садыр Жапаров в г. Балыкчы встретился с активом и представителями местной власти Тонского района Иссык-Кульской области и Кочкорского района Нарынской области и обсудил с жителями план разработки прилегающего к городу месторождения Кызыл-Омпол [7-12]. Специалисты по редким драгоценным металлам и урану рассказали жителям, что ошибочно называть Кызыл-Омпол урановым месторождением. «Там 95% – титаномагнетит, урана – всего лишь 0,17%. Вреда окружающей среде нет, наоборот, возможна польза за счет удаления урана. Тяжелые компоненты отделяются с помощью электричества», – сказал один из специалистов. В Кызыл-Омполе химикаты не будут использоваться, следовательно, хвостохранилищ не будет.

В данной статье мы рассматриваем состав (запасы) Кызыл-Омпольского титаномагнетитового месторождения Кыргызстана и возможности организации их *разработки и переработки*.

Титан (Ti) – химический элемент в таблице Д.И. Менделеева с порядковым номером 22 и атомным весом 47,88, легкий серебристо-белый металл. Температура плавления ($T_{пл.} = 1668^{\circ}\text{C}$), температура кипения ($T_{кип.} = 3260^{\circ}\text{C}$). Для сравнения, твердость по Моссу: Ti – 6,0, Al – 2,75, Fe – 4,0; плотность Al – 2,7 г/см³, Ti – 4,51 г/см³, Fe – 7,87 г/см³. Данный материал сочетает лёгкость, прочность, высокую коррозионную стойкость, низкий коэффициент теплового расширения, возможность работы в широком диапазоне температур [19].

Титан в природе встречается в ильмените и титаномагнетите, где содержание диоксида титана (TiO₂), являющегося основным компонентом этих минералов, колеблется от 8 до 60%, и имеет три модификации: рутил, анатаз и брукит. Рутил является более стабильной формой и представляет собой плотно упакованную тетрагональную структуру. Анатаз представляет собой тетрагональную структуру и переходит в рутил модификацию при 915°C. Брукит обладает орторомбической структурой и спонтанно превращается в рутил при температуре около 750°C [19].

Титаномагнетиты (Fe₂TiO₄) представляют собой минерал, в основном смесь магнетита Fe₃O₄, гематита Fe₂O₃, ильменита FeTiO₃ (FeOTiO₂), ульвошпинели Fe₂TiO₄ (FeO•FeTiO₃) и

других титанатов с примесями ванадия (V) и хрома (Cr). Добыча этой руды – относительно несложный процесс, а вот синтез титана – дорогостоящий и трудоемкий [19].

Крупнейшими производителями титановой руды в мире признаны Китай, Австралия, Индия, ЮАР, Россия, Бразилия, Норвегия, Канада. Ведущими производителями по переработке руды и выплавке титана являются США, Россия, Япония, Китай.

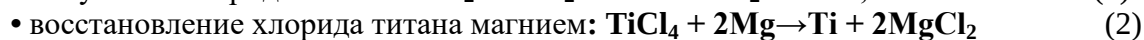
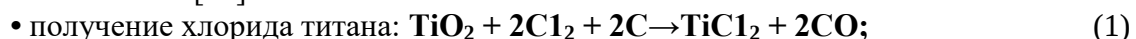
Титаносодержащие месторождения в природе встречаются в виде россыпей, и существует два их типа – прибрежно-морские (Китай, Австралия, Индия, ЮАР, Россия, Бразилия, Норвегия, Канада) и континентальные (Россия, Украина). Первые являются комплексными. Кроме ильменита и рутила, они содержат циркон, нередко редкоземельные элементы, а также редкоземельный фосфат – монацит, алюмосиликаты (дистен, силлиманит, ставролит). Эти россыпи обогащаются по довольно сложным схемам. В континентальных россыпях, как правило, встречаются полезный титановый минерал ильменит, титаномagnetит, и обогащаются они по более простой технологии.

Для тех и других россыпей характерно то, что рудные и породообразующие минералы природными процессами уже практически подготовлены к обогащению: зерна освобождены от сростков друг с другом и от породообразующих минералов, пески отсортированы по крупности. Не требуется проведения таких дорогостоящих работ, как дробление и измельчение.

Важное преимущество россыпных месторождений титана состоит в том, что их можно разрабатывать открытым способом с помощью драг, гидравлики, экскаваторов, скреперов. Все эти преимущества отработки и обогащения россыпей титана позволяют значительно снизить себестоимость получения титановых концентратов.

Разработка и обогащение россыпей обычно включают следующие производственно-технологические процессы: разрушение связности и добыча рудоносных песков, транспортировка их на фабрику, дезинтеграция (дробление), промывка, грохочение (отсев крупной гальки, обычно более 3 мм), обесшламливание (отмыв глинистых частиц – 0,05 мм), гравитационное обогащение отмытой зернистой массы на высокопроизводительных гравитационных аппаратах (конусные, винтовые сепараторы, шлюзы и т.п.), магнитная и электрическая сепарация тяжелых концентратов. Первую стадию обогащения, включающую дезинтеграцию, обесшламливание, гравитацию, называют первичным обогащением россыпей, вторую стадию (электромагнитная, электрическая сепарация, иногда флотация) – доводкой черновых концентратов.

В результате первичного обогащения сбрасывают до 70-90% породообразующих («пустых») минералов, плотностью менее 2,9 г/см³, глину, кварц, полевые шпаты. Тяжелые минералы, плотностью более 2,9 г/см³: титаномagnetит, рутил, циркон и другие концентрируются почти по 90-95% в коллективном черновом концентрате. Затем этот концентрат доводочными операциями, с применением различных методов сепарации, разделяется на мономинеральные селективные концентраты титаномagnetита, рутила, циркона и др. Основной технологический процесс получения чистого титана – хлорирование его оксидов и затем восстановление хлорида магнием. В самом общем виде этот процесс можно записать так [21]:



Способ восстановления титана магнием наиболее перспективен. Восстановление ведется в специальных герметически закрытых аппаратах в среде инертных газов, например, аргона. Магний расплавляют и через жидкий металл пропускают пары TiCl_4 , который реагирует с магнием и восстанавливается; процесс ведется при температуре $850 \div 950^\circ\text{C}$. В результате образуется продукт, который после охлаждения представляет собой смесь из титана, хлористого магния и избытка магния. Этот продукт далее подвергают механической и химической обработке с целью извлечения металлического титана. Титан получается пористый в виде губки, которая переплавляется в порошкообразном состоянии или в виде

прессованных электродов. Хлорид магния поступает на электролиз, в результате которого снова получают металлический магний и газообразный хлор, возвращаемые в процесс [20].

Современная техника и промышленность используют три вида титановой продукции:

- металлический чистый титан в виде листового проката, лент, труб и других изделий из металла и его сплавов;

- пигментную двуокись титана – белый титановый пигмент, являющийся основой лучших белил и других лакокрасочных изделий; может использоваться и в производстве бумаги, пластических масс, химических волокон, резинотехнических изделий и т.д. На получение пигментной двуокиси титана идет до 90% производимых титановых, главным образом ильменитовых концентратов;

- ферротитан, применяемый в черной металлургии для улучшения качества сталей и чугуна, а также для раскисления низколегированных и углеродистых сталей.

Достоинства титана:

- малая плотность способствует уменьшению массы выпускаемых изделий;
- высокая механическая прочность. Стоит отметить, что при повышенных температурах ($250 \div 500$)°С титановые сплавы по прочности превосходят высокопрочные сплавы алюминия и магния;

- необычайно высокая коррозионная стойкость, обусловленная способностью Ti образовывать на поверхности тонкие ($5 \div 15$) мкм сплошные пленки оксида TiO_2 , прочно связанные с массой металла;

- удельная прочность (отношение прочности и плотности) лучших титановых сплавов достигает $30 \div 35$ и более, что почти вдвое превышает удельную прочность легированных сталей.

На месторождении титановых руд Кызыл-Омпол всего 10 участков, из них: 5 – подземные и 5 – россыпные. Важное преимущество россыпных месторождений титана состоит в том, что их можно разрабатывать открытым способом с помощью драг, гидравлики, экскаваторов, скреперов, **химия не применяется (значит, не будут хвостохранилищ)**. Все эти преимущества отработки и обогащения россыпей титана позволяют значительно снизить себестоимость получения титановых концентратов [20].

По мнению экспертов [10; 11], на пяти участках (Оттук, Баке, Түндүк, Узун-Сай, Таш-Булак) россыпного месторождения титаномагнетита порядка 20 млн. т руды с сопутствующими элементами: уран (U), торий (Th), циркон ($ZrSiO_4$), фосфор (P), редкоземельные элементы (РЗЭ) и др. (всего 23 элемента). Только на участке “Таш-Булак”, имеющем лицензию на разработку, основного минерала титаномагнетита (Fe_2TiO_4) – 1,6 млн. т; сопутствующих: урана (оксид) – 3500 т; тория (оксид) – 8000 т; фосфора (ортофосфат кальция $Ca_3(PO_4)_2$) – примерно (500÷600) тыс. т; циркона – 34000 т.

После первичной обработки обогащения, на следующей стадии нужно разделить оксиды урана и тория. Технология этого процесса прекрасно работает с давних пор на горнорудном комбинате г. Кара-Балты. Технология переработки оксидов РЗЭ в нашей республике была успешно разработано на базе химико-металлургического комбината ПГТ Орловка Кеминского района. В работе [2] описаны редкоземельные рудные районы в Северном, Срединном и Южном Тянь-Шане. Если внимательно смотреть геологические карты республики, видно присутствие РЗЭ во всех регионах. Авторами работы дана характеристика отдельных месторождений. Приведены данные по запасам и ресурсам редких земель. Оценена перспективность рудных районов и месторождений. Отмечается, что в 1990 г. СССР занимал третье место в мире по производству (РЗЭ). Единственный в стране комбинат, выпускавший редкоземельную продукцию с 1962 до 1997 г., работал в основном на базе крупного месторождения Куттуу-Сай-II, находящегося в районе ПГТ Ак-Туз Кеминского района. Ассортимент продукции достигал нескольких десятков видов. Первоначальные запасы РЗЭ составляли 88 698,8 т, сейчас оставшиеся на месторождении запасы насчитывают около 51 500 т при среднем содержании 0,26%. Сделано заключение: «Первоочередной задачей для горной промышленности Кыргызстана в настоящее время

является возобновление добычи редкоземельных элементов. Для этого необходимы восстановление обогатительной фабрики на месторождении Куттуу-Сай-II и перезапуск горно-металлургического завода по извлечению редких земель в ПГТ «Орловка». Следовательно, РЗЭ Кызыл-Омполы и в будущем других месторождений можно перерабатывать на этом комбинате и расширить производство монокристаллического кремния по технологии, предложенной в работе [13].

Процесс дальнейшего разделения титаномагнетита и циркона на составляющие оксидные компоненты – очень трудоемкая технологическая операция. По сути, это не один, а несколько химико-металлургических переделов концентрата, требующих больших затрат энергии, дорогостоящего оборудования и реагентов. В результате из сравнительно дешевого, довольно распространенного природного сырья мы получаем металл значительно более дорогой, чем сталь, алюминий, магний, свинец, цинк, медь и другие цветные металлы [14-18]. Поэтому для получения выгоды при переработке основных минералов Кызыл-Омполы необходимо построить в республике химико-металлургический комбинат, а также комбинат по переработке оксидов фосфора (P_2O_5 , $Ca_3(PO_4)_2$) для получения фосфорного удобрения. Конечно, такие специфические комбинаты требуют больших капиталовложений. Но во всем мире все государства, которые производят титаномагнетит, построили такие комбинаты, и мы должны у себя иметь именно такие специфические комбинаты, чтобы стать одним из основных производителей этого редкого и уникального металла в мире. Как сказано выше, можно решить эти вопросы путём модернизации обогатительной фабрики на месторождении Куттуу-Сай-II и горно-металлургического завода по извлечению редких земель в ПГТ «Орловка».

В заключение отмечу, что следует согласиться с экспертами [10; 11] в том, что необходимо:

- снять на законодательном уровне мораторий «О запрещении деятельности, связанной с геологическим изучением недр с целью поиска, разведки и разработкой урановых, ториевых месторождений в КР»;
- получить лицензии на разведку, добычу и переработку по всей территории месторождения;
- определить полный объём ископаемых и провести экономическую оценку, а также подготовить технико-экономическое обоснование (ТЭО) этих месторождений;
- провести общественные слушания воздействия разработки месторождения на окружающую среду (экологическая сторона);
- осуществлять строгий государственный контроль после завершения проекта по добыче урана и тория до окончания рекультивации.

По моему мнению, все вышеприведённые пункты выполнимы и требуют времени.

Только после выполнения условий этих пунктов, особенно последнего, можно начать разработку. Сначала нужно вывести радиационную руду – уран и торий. После вывоза всего запаса этих элементов, создания полной радиационной безопасности на данном участке, можно начать разработку и обогащение запасов основных руд.

Строительство химико-металлургического комбината также займёт определённое время. В связи с вышесказанным потребуются инженерно-технические кадры в области горной металлургии, следовательно нашей республике необходимо думать о начале подготовки специалистов по этому направлению.

Список использованной литературы

1. Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетова Р.Ш. Комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов. – Бишкек: изд-во КРСУ, 2019, 288 с.
2. Пак Н.Т., Ивлева Е.А. Редкоземельное оруденение Кыргызстана: закономерности размещения и перспективы освоения // Горный журнал, 2016, № 8, с.55-61.

3. Ночёвкин В. Кутессай – ещё одна «горячая точка» страны. – Бишкек, 2013, 19 июня. – Режим доступа: <http://delo.kg/index.php/2011-08-04-18-06-33/59857kutessaj-eshchjo-odna-goryachaya-tochka-strany>
4. Кудрявцева Т. Месторождения Кутессай-II и Калесай повторно выставили на конкурс. – Бишкек, 2017, 22 сентября. – Режим доступа: <https://24.kg/ekonomika/63409/>.
5. Костенко Ю. Кыргызстан должен \$15 миллионов за отзыв лицензии на месторождение Кутессай-II. – Бишкек, 2019, 23 августа. – Режим доступа: <https://24.kg/obschestvo/127279/>
6. «О запрещении деятельности, связанной с геологическим изучением недр с целью поиска, разведки и разработкой урановых, ториевых месторождений в КР»: Закон КР от 14 декабря 2019 года № 139.
7. Кудрявцева Т. Садыр Жапаров обсудил с жителями Иссык-Куля разработку уранового месторождения. – Бишкек, 2024, 20 февраля. – Режим доступа: <https://24.kg/vlast/287186/>
8. Кудрявцева Т. Добыча урана на Иссык-Куле: вопросов больше, чем ответов. – Бишкек, 2024, 06 марта. – Режим доступа: <https://24.kg/ekonomika/288377/>
9. Кудрявцева Т. Границы природного парка «Чон-Кемин» могут изменить ради двух месторождений. – Бишкек, 2024, 11 марта. – Режим доступа: <https://24.kg/ekonomika/288701/>
10. Джанузак А. Кызыл-Омпол поможет Кыргызстану вырваться в ряды промышленных стран // 7 канал, Независимый эксперт, 2024, 22 февраля. – Режим доступа: <https://youtu.be/y-yJ8ed4V0c>
11. Бийбосунов А. Кызыл-Омпол: уран казууга убакыт келдиби? Кыргызстандын тоо кенчилер бирлигинин төрагасы Камчыбеков Д., радиация жана ядролук тармактар боюнча эксперт Мусулманкулов Э., «Кыргыз алтын» компаниясынын эксперти Токтоназаров М., медицина илимдеринин кандидаты Молдогазиева К. // «Азаттык». Эксперттер талдайт. – Бишкек, 2024, 22 февраля. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=fZZ J35oDV0>
12. Кудрявцева Т. Добыча урана в Кыргызстане. Как неприятные подробности выяснили в Жогорку Кеңеше. – Бишкек, 2019, 03 мая. – Режим доступа: <https://24.kg/ekonomika/116659/>
13. Кадышев С., Жусупкелдиев Ш. Об организации производства солнечных батарей на основе кремния в Кыргызстане // Вестник КНУ им. Ж. Баласагына, спец. выпуск, 2023, с. 62-67.
14. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебное пособие для вузов, 2-е изд., испр. и доп. – Москва: «Металлургия», 1981, 416 с.
15. Зубков Л.Б. Космический металл. Все о титане. – Москва: Наука, 1987, 128 с.
16. Еременко В.Н. Титан и его сплавы. 2-е изд., испр. и доп. – Киев: изд-во Академии наук Украинской ССР, 1960, 498 с.
17. Лебедев В.А., Рогожников Д.А. Металлургия титана: учебное пособие. – Екатеринбург: изд-во УМЦ УПИ, 2015, 194 с.
18. Барышников Н.В., Гегер В.Э., Денисова Н.Д. и др. Металлургия циркония и гафния / Под ред. А.Г. Нехамкина. – Москва: «Металлургия», 1979, 208 с.
19. Кадышев С. Месторождение титановых руд Кызыл-Омполя: настоящее и будущее: доклад // Международная научно-практическая конференция «Актуальные аспекты научных исследований горных территорий», Бишкек, КНУ им. Ж. Баласагына, 22.04.2024.
20. Шанскова Е. В Киргизии приостановили работу китайских золотодобытчиков после конфликта. – Режим доступа: <https://news1.ru/archives/38565>
21. Технология обогащения руд, содержащих эльменит. – Режим доступа: <https://fayllar.org/tehnologiya-obogasheniya-rud-soderjashih-elemenit.html>