

В зоне сопряжения Майтубинского антиклинория и Карсакапайского синклинория развита сланцево-карбонатная формация. Для этой зоны характерно сочетание как линейных складок, так и сравнительно простых брахисинклиналей.

Улутау-Арганатинский мегантиклинорий может рассматриваться как часть структуры, сформировавшейся в эпоху рифейских складчатостей. Имеющиеся данные о возрасте метаморфического комплекса и прорывающих его гранитоидов позволяют предполагать наличие его в составе более древнего (карельского) складчатого комплекса, сложенного метаморфическими образованиями нижнего и среднего протерозоя (бектурганская, аралбайская серии), обнажающимися в пределах Улутауского антиклинория. Внутренняя структура протерозоя определяется крупными складками шириной до 10–12 км, которые осложнены более мелкой, вплоть до пloyчатости, складчатостью, обычно дисгармоничной. Породы нижнего протерозоя испытали региональный метаморфизм эпидото-альбито-амфиболитовой и амфиболитовой фации (в северной части площади). Последующее усиление метаморфизма связано с гранитизацией в среднем протерозое и в раннем палеозое [3].

Внутреннее строение Майтубинского антиклинория относительно простое: в осевой зоне развиты многочисленные гранито-гнейсовые и гранитоидные массивы палеозойского возраста, крылья сложены метаморфическими породами ниже-верхнепротерозойского возраста (пачки серицит-хлорит-альбитовых сланцев, мраморов, железистых кварцитов, филлитов, редко графитистых сланцев, переслаивающиеся с пачками порфироидов), смятыми в просто построенные брахноформные складки субмеридионального – север-северо-западного направления.

Карсакапайский синклинорий отличается более сложным строением. Слагающие его верхнепротерозойские породы смяты в узкие изоклинальные складки и разбиты много численными субмеридиональными нарушениями различных порядков. Помимо разломов меридионального направления, складчатые элементы синклинория осложнены системой сбросов северо-западного простирания и взбросов северо-восточного направления.

Месторождение Дюсембай расположен ближе к восточному крылу Майтубинского антиклинория, осложненному брахиформной и линейной складчатостью разных порядков субмеридионального (север-северо-западного) простирания и сериями разнонаправленных тектонических нарушений, среди которых преобладают нарушения северо-западной и субмеридиональной ориентировки [2].

Месторождения расположены в южной части одной из наиболее крупных структур, осложняющих восточное крыло Майтубинского антиклинория – Дюсембайской антиклинали, простирающейся в субмеридиональном направлении на 20 км при ширине 2 км. Антиклиналь имеет простое строение. Шарнир складки погружается на юг под углом 20–30°. Породы восточного крыла падают на восток под углом 40°. Западное крыло срезано Майтубинским массивом гранитоидов. Восточное крыло осложнено серией небольших северо-западных и меридиональных разрывов [3].

Литература

1. Авдонин, В.Е. Бойцов В.В., Григорьев В.М., Семинский Ж.В., Солодов Н.А., Старостин В.И. Месторождения металлических полезных ископаемых. – Москва: ТРИКСТА, 2005. – 720 с.
2. Александрова А. Е. и др. *Проект детальной разведки месторождения Дюсембай Центральный (Республика Казахстан). – Москва, 2022.
3. Коврижных П.Н. Технический отчет о выполнении детальных гравиразведочных работ на площади Дюсембай. – Алматы, 2020.

ОЦЕНКА МИРОВОГО И РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

Куприянова Ю.Н.

Научный руководитель профессор Е.Г. Языков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Титан является важным компонентом во многих отраслях промышленности современного мира. Металл, производимый из титана, широко используется в различных отраслях промышленности. Он обладает рядом уникальных свойств, которые делают его востребованным материалом. Например, титан применяется в авиационной и космической промышленности для производства легких и прочных компонентов самолетов, спутников, ракет. Титановый металл также может быть использован в виде лигатур или добавок к другим металлам для получения легких сплавов. Легкие сплавы на основе титана используются для производства авиационных и космических компонентов, медицинского оборудования, химических реакторов, судового оборудования и других изделий, где требуется высокая надежность и устойчивость к агрессивным средам. Добываемый титан используется для производства пластмасс, резиновых изделий, высококачественных белил и эмалей [2]. Таким образом, титан является важным сырьем для производства металлических изделий, лигатур, легких сплавов и легированных сталей, благодаря своим уникальным свойствам, таким как прочность, легкость и устойчивость к коррозии.

Миру известны запасы титана в 40 странах, и эксперты оценивают наличие ресурсов в 5,47 миллиарда тонн диоксида титана (TiO₂)

Разведочные работы проводились в 22 странах, их итогом является оценка запасов приблизительно в 702 миллионов тонн диоксида титана (TiO₂) [1].

Крупнейшие поставщики титанового сырья – Китай, Южная Африка, Австралия и Канада, обеспечивают около 60 % всемирного выпуска титанового концентрата (табл.1).

Производство ильменитовых концентратов – преимущественно дело Китая, который добывает его из руд, богатых титаном. Месторождения находятся в габброидных массивах Паньчжихуа в провинции Сычуань.

Австралия также является одним из крупнейших производителей титанового диоксида, который широко используется в производстве красителей, пигментов, пластмасс, косметики и других товаров на основе титана. Качество австралийских титановых концентратов и сырья высоко оценивается на мировом рынке.

Канада добывает ильменитовые концентраты, их источниками являются богатые руды гемоильменита месторождения Лак-Тио с содержанием около 34,2 % диоксида титана (TiO_2).

В Южно-Африканской Республике для получения ильменитовых и рутиловых концентратов отрабатываются современные прибрежно-морские россыпи. Содержание диоксида титана в ильменитовых концентратах достигает 47–50 %.

Таблица 1

Объем мирового производства титаносодержащих концентратов в 2020 г [3]

Страна	Производство, тыс. тонн
Китай	2300
ЮАР	1200
Австралия	1000
Канада	680
Мозамбик	600
Украина	564
Сенегал	310
Мадагаскар	300
Кения	190
Индия	160
Вьетнам	160
США	100
Бразилия	25

До 2022 г. потребности Российского рынка титаносодержащих концентратов на 100 % обеспечивалось за счет импорта.

Следует отметить, что Россия имеет разнообразное сырьевое основание для добычи титана. В стране существуют различные типы месторождений, включая магматогенные, погребенные, прибрежно-морские и континентальные россыпи.

По состоянию на 1 января 2022 года, в России балансовые запасы титана составляют 587,6 миллионов тонн (TiO_2) и находятся в 15 коренных и 15 россыпных месторождениях. Забалансовые запасы подсчитаны на 4 коренных и 2 россыпных месторождениях. На территории России забалансовые запасы оцениваются в 119,8 миллионов тонн (TiO_2).

Прибрежные морские россыпи, содержащие комплексные титан-циркониевые руды, являются одними из основных источников производства титана и циркония по всему миру. Туганское месторождение, расположенное в Томской области, является единственным месторождением в России, на котором разрабатываются прибрежно-морские россыпи, содержащие сложные титаноциркониевые руды. Эти природные образования, состоящие из циркон-рутил-ильменитовых компонентов, представляют большой интерес для разработки как в России, так и во всем мире из-за их относительной легкости обогащения. Однако в России добыча ведется только на Туганском месторождении. Это объясняется сложностью разработки россыпных месторождений и тем, что не все добываемое сырье находит своих потребителей, что негативно сказывается на рентабельности добычи на этих месторождениях.

Туганское месторождение – россыпное месторождение циркон-ильменитовых песков, расположенное в Туганском районе Томской области. Месторождение было открыто в 1950-х годах, и его запасы четыре раза утверждались Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых, причем последнее утверждение было получено в 2019 году. Основными ценными компонентами "рудного" песка являются циркон, ильменит, рутил, лейкоксен, диоксид титана (TiO_2) и диоксид циркония (ZrO_2). Промышленная ценность рудных песков определяется также неметаллическим компонентом - кварцевым песком, который получается при обогащении рудных песков.

Это месторождение имеет огромный запас кварцевых песков, которые могут быть использованы в стекольной промышленности. По состоянию на 1 января 2020 года доля Туганского месторождения в балансовых запасах ZrO_2 в России составляет 8,6 %, а доля в балансовых запасах TiO_2 в России составляет 0,4 %.

Концепция разработки месторождения предполагает двухэтапную разработку запасов на восьми карьерах:

1-й этап (с 2022 по 2042 год) – разработка Южно-Александровского участка (5,3 % балансовых запасов месторождения) с объемом переработки рудных песков 575 тыс. тонн в год на заводе ГОК-1 (пос. Октябрьский);

СЕКЦИЯ 2. РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ: ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И ПЕТРОЛОГИИ

2-й этап (после 2025 года) – разработка Кусковско-Ширяевского участка (94,7 % запасов месторождения) с объемом переработки рудных песков до 2,3 млн тонн в год на заводе ГОК-2 на борту карьерного судна «Центральный» (табл.2).

Таблица 2

Первый и второй этапы освоения Туганского месторождения: объем производства товарных концентратов и их доля на рынке России [3]

Концентраты	Объем рынка РФ тыс. т (среднее значение за 2017–2020)	1-й этап. Производит. ГОК-1 575 тыс. т/год		2-й этап. Производит. ГОК-2 2300 тыс. т/год	
		Объем производства, тыс. т	Доля рынка РФ, %	Объем производства, тыс. т	Доля рынка РФ, %
Ильменитовый	257	11,5	4 %	45,5	18 %
Рутил-лейкоксоновый	6,5	0,8	12 %	3,2	49 %

За счет достаточного ресурсного потенциала Туганского месторождения компания сможет занять лидирующие позиции на рынке продуктов обогащения минеральных песков в России с долей рынка ильменитового концентрата до 15–20 % и стать крупнейшим поставщиком стекольных песков в Сибири с перспективами расширения сырьевой базы, объемов производства и экспорта циркониевого концентрата.

На втором этапе освоения месторождения наша производственная мощность будет определяться не только количеством, но и качеством продукции, чтобы полностью удовлетворить потребности отечественных потребителей.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. – Москва, 2022.
2. Рихванов Л.П., Кропанин С.С., Бабенко С.А. и др. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения – как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона. – М.: Сарс, – 2001. – 214 с.
3. Технико-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов Туганского ильменит-цирконового россыпного месторождения.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ, ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОРОД И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РУДОНОСНОСТЬ КУЛИЖИНСКОГО МАССИВА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН, КИНГАШСКОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ)

Лисина Д.Г.

Научный руководитель доцент О.Ю Перфилова
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Первые сведения о наличии в северо-западной части Восточного Саяна медно-никелевого оруденения, связанного с гипербазитами, получены еще в середине прошлого века при геологической съемке листа N–46–XII, проведенной В.И. Юркиным в 1957–60 г.г. Позднее здесь было открыто крупное Кингашское месторождение и ряд проявлений медно-никелевых руд с повышенными содержаниями платиноидов [1–6]. Не удивительно, что изучению этого рудного района в конце XX-начале XXI века посвящены работы многочисленных исследователей [1–6]. Несмотря на длительную историю исследований, в том числе и детальных, до сих пор не существует единой точки зрения на формационную принадлежность, состав, строение и потенциальную рудоносность целого ряда интрузий, сложенных породами ультраосновного (дуниты, серпентиниты) и основного (габбро, пироксениты) состава, а также условия формирования и закономерности размещения связанного с ними медно-никелевого и благороднометалльного (платиноиды и золото) оруденения [1–6].

В пределах Кингашского рудного района широко известны многочисленные интрузии условно позднеархейского кингашского комплекса, с которыми надежно установлена генетическая связь промышленного медно-никелевого (с платиноидами) оруденения. Но на той же территории также известны многочисленные более молодые интрузии, в составе которых установлены ультраосновные (неравномерно серпентинизированные) и основные породы, не только сходные по петрографическому составу с породами рудоносного кингашского комплекса, но и содержащие минералы меди, никеля и платиноидов. Большинство этих интрузий сейчас включается в состав раннепротерозойского перидотит-пироксенит-габбро-диоритового кулибинского комплекса (ранее именно к кулибинскому комплексу ранее относился и петротипический массив кингашского комплекса). Одной из таких интрузий является недостаточно изученный Кулижинский массив, расположенный по обоим берегам р. Кан, в районе устья р. Пезо. В плане в современном эрозийном срезе выходы пород массива занимают площадь около 8 км² и имеют вытянутую в северо-восточном направлении эллипсоидальную форму, осложненную разрывными нарушениями северо-восточной ориентировки. Длина интрузии около 5 км при максимальной ширине 2,5 км. Вмещающими породами являются биотитовые, амфибол-биотитовые гнейсы и амфиболиты караганской серии условно позднеархейского возраста, которая расчленяется на 2 толщи – нижнюю, кулижинскую, мощностью не менее 3 км, существенно метатерригенную (гнейсовую) и верхнюю кузынскую вулканогенно-осадочную, мощностью до 2 км. Образования серии метаморфизованы в условиях эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций [2].