

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ИЛЬМЕНИТ-РУТИЛ-ЦИРКОНОВЫХ ПЕСКОВ ТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

Проведено исследование обогатимости ильменит-рутин-цирконовых песков Тарского месторождения с разработкой рациональной технологической схемы для получения титансодержащих концентратов. С целью получения мономинеральных концентратов проведены опыты с использованием магнитной и коронно-электростатической сепараций, которые позволили определить оптимальные режимы работы используемого оборудования. На основании выполненных исследований была разработана технологическая схема обогащения, предусматривающая внедрение на Тарском ГОКе.

This paper studies processing possibilities of titaniferous-rutile-zircon sands of the Tarsk deposit and offers flow diagrams for efficient titaniferous concentrate production.

Tests on application of magnetic and corona-electrostatic separation have been carried with the aim to produce pure mineral concentrates. The results helped to determine optimal operation modes of the applied processing equipment.

A new mineral dressing flow diagram has been developed basing on this research to be introduced at the Tarsk mining-and-processing integrated works.

Титан находит широкое применение в самых различных отраслях промышленности (авиакосмической, химической, черной и цветной металлургии и др.). Его потребление является показателем уровня научно-технического и экономического развития государства, его обороноспособности.

Одним из основных видов сырья для получения титан- и цирконсодержащих минералов являются титаноциркониевые россыпи, которые обычно обогащают в два приема:

- выделение всех тяжелых минералов (ильменита, рутила, циркона, монацита, магнетита и др.) в черновой коллективный концентрат (обычно гравитационными методами), при этом стремятся получить максимальное извлечение ценных минералов в коллективный концентрат;

- доводка черновых коллективных концентратов с целью получения высококачественных кондиционных мономинеральных концентратов. В схемах доводки обычно предусматривают магнитную, электростатическую сепарацию, гидравлическую или пневматическую концентрацию на столах. В последнее время стали использовать фло-

тационный метод разделения тонкозернистых коллективных концентратов.

Целью работы являлось исследование коллективного концентрата Тарского месторождения на обогатимость с разработкой технологической схемы обогащения для получения титансодержащих концентратов.

Исходный материал был представлен в виде коллективного ильменит-рутин-цирконового концентрата. Результаты полного количественного минералогического анализа представлены в таблице.

Ильменит FeTiO_3 – магнитен, содержит до 36,7 % железа и 31,6 % титана, имеет бурый или буро-черный цвет, устойчив, накапливается в россыпях, являющихся важнейшим источником добычи ильменита. Примеси: магний, марганец, оксид железа.

Рутил TiO_2 – самый богатый титаном минерал и наиболее химически устойчивый. Содержание Ti около 59,9 %. Обычно содержит небольшие примеси оксидов железа, олова, иногда хрома, ванадия, ниобия, tantalа и воды. В кислотах не растворяется. Имеет цвет от темно-желтого до бурого и красного.

Количественный анализ минералов

Класс крупности, мм	Содержание минерала в пробе, %					
	Ильменит	Рутил	Циркон	Кварц	Монацит	Итого
-0,150 + 0,100	6,17	1,97	1,57	90,29	—	
-0,100 + 0,074	15,21	6,03	4,92	73,84	—	
-0,074 + 0,000	30,87	9,25	8,07	51,81	—	100,00
-0,150 + 0,000	17,95	6,26	5,24	70,55	—	

Циркон $ZrSiO_4$ – содержит примеси в виде магнетита, оксидов кальция, алюминия, гафния (иногда до 4 % и более). В ряде случаев содержится редкие земли (Y_2O_3 , Ce_2O_3), Nb, Ta, TiO_2 (до 7 и даже до 12 %), U_2O_8 (до 1,5 % и более), изредка Sn, Be, P_2O_5 и др. Содержание циркония около 49,5 %. Цвет: бурый, желтый, красный, черный.

Кварц SiO_2 – состоит на 46,6 % из кремния. Представлен неправильными, изометрическими, окатанноугловатыми зернами. Цвет: дымчатый, бурый, серый, белый.

Для получения мономинеральных концентратов были проведены опыты с магнитной и коронно-электростатической сепарациями.

Для выбора оптимального режима магнитной сепарации проводились опыты при различных значениях напряженности магнитного поля, регулируемой величиной силы тока. Также следует отметить, что опыты проводились с различной крупностью материала, (см. таблицу). Оптимизация заключалась в поиске режима сепарации и сопоставлении максимального выхода магнитного продукта и его качества.

По результатам опытов выявлено, что при увеличении силы тока увеличивается извлечение магнитного продукта в концентрат. Среднее извлечение ильменитового титана в концентрат составляет около 95 %, а общее извлечение титана составляет порядка 60 %. Необходимо отметить, что при силе тока, равной 2,5 А, качество концентрата по железу снижается, но при этом качество по титану увеличивается. Наблюдая такую тенденцию при эксперименте с материалом каждой крупности, можно предпо-

ложить, что в магнитный продукт (ильменитовый концентрат) переходит часть слабомагнитного продукта (рутила) и попадает кварц, так как снижается массовая доля железа в концентрате. Наряду с этим замечено, что не все железо перешло в магнитный продукт. Возможно, что ильменит не полностью перешел в концентрат, в пробе имеется ожелезненный кварц. Также возможно присутствие всех этих факторов в совокупности.

По результатам проведенных опытов определено, что крупность данного материала (в диапазоне -0,150 + 0,000 мм) не оказывает существенного влияния на эффективность выделения ильменита магнитной сепарацией. Следовательно, предполагается, что можно не разделять продукт на узкие классы и проводить сепарацию с крупностью материала -0,150 + 0,000 мм при 2,0 А.

При выборе режима коронно-электростатической сепарации выявлено следующее:

- оптимальное значение величины заряда коронирующего и осадительного электродов составило 25 кВ;
- процесс наиболее эффективен при подогреве материала более 90 °C;
- влажность в рабочем пространстве сепаратора должна быть максимально снижена;
- важным остается фактор равномерности питания.

При выборе режима проводились опыты с немагнитным продуктом магнитной сепарации. По результатам опытов определено, что увеличение температуры существенно влияет на качество концентрата и из-

влечение проводящей фракции. При сепарации, проведенной без подогрева материала, извлечение титана составило около 76 %, с подогревом – около 96 %. При сепарации без подогрева содержание титана составило около 40 %, с подогревом – порядка 57 %. В данном случае проводниками являлись минералы ильменита и рутила.

По результатам опытов можно сделать следующий вывод: при нагреве материала увеличиваются извлечение в проводящую фракцию и массовая доля титана в ней. Это происходит в связи с увеличением проводящих свойств ильменита и преимущественно рутила. Снижение выхода проводящей фракции при увеличении температуры объясняется увеличением непроводящих

свойств кварца посредством удаления гигроскопической влаги с его поверхности.

Далее для доочистки магнитного продукта магнитной сепарации проводилась коронно-электростатическая сепарация, а для доизвлечения магнитной фракции из проводников электростатической сепарации – магнитная сепарация.

Были получены ильменитовый и рутиловый концентраты, соответствующие требованиям по качеству. Выделены цирконо-кварцевый и предполагаемый монацитовый промпродукты.

На основании выполненных исследований была разработана технологическая схема, предусматривающая внедрение ее на Тарском ГОКе без применения мокрой схемы обогащения.

Научный руководитель д.т.н. проф. В.З.Козин