



# СОСТОЯНИЕ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

**Хасанов А.А.** - доцент кафедры «Горное дело» Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова

**Аннотация.** В экономически развитых странах значительная доля металлов извлекается из отходов производства, в том числе горного. Эта доля постоянно растет и в отдельных случаях превышает добычу первичного сырья. При этом, затраты на извлечение металлов уменьшаются в 1,5-3 раза. Отвальные хвосты горного производства, образующиеся в процессе добычи и переработки руд, приводят к формированию особого класса техногенных образований - своего рода искусственных «месторождений», созданных в результате деятельности человека. Извлечение вольфрама из техногенных отходов (лежалых хвостов обогатительных фабрик и сбросных кеков), переработка концентратов и извлечение из них полезных компонентов с последующим использованием их в качестве вторичного сырья является одной из актуальных задач в сфере углубленной и комплексной переработки минерального сырья. В статье анализируются состояние добычи и переработки вольфрамовых руд, концентратов и лежалых хвостов в мировой практике.

**Ключевые слова:** вольфрамсодержащего сырья, концентрат, промпродукт, реагент, извлечение, содержание, выход продукта, шеелитовых руд, мировых запасов вольфрама, олеиновая кислота, пенообразователь, жидкое стекло, гравитационное обогащение, лежалый хвост.

**Annotation.** In economically developed countries, a significant proportion of metals are extracted from industrial waste, including mining. This share is constantly growing and in some cases exceeds the extraction of primary raw materials. At the same time, the cost of extracting metals is reduced by 1.5-3 times. Dump tailings of mining production, formed during the extraction and processing of ores, lead to the formation of a special class of man-made formations - a kind of artificial "deposits" created as a result of human activity. Extraction of tungsten from man-made waste (stale tailings of processing plants and waste cakes), processing of concentrates and extraction of useful components from them with their subsequent use as secondary raw materials is one of the urgent tasks in the field of in-depth and complex processing of mineral raw materials. The article analyzes the state of extraction and processing of tungsten ores, concentrates and stale tailings in world practice.

**Keywords:** tungsten-containing raw materials, concentrate, industrial product, reagent, extraction, content, product yield, scheelite ores, world reserves of tungsten, oleic acid, foaming agent, liquid glass, gravity enrichment, stale tail.

**Введение.** В мире ежегодно извлекается около 50 тысяч тонн вольфрама, этот показатель

постоянно увеличивается. Поэтому производство редких металлов имеет тенденцию инновационного развития в отрасли металлургии. Повышение требований к рациональному использованию земельных ресурсов, вследствие заметного сокращения богатых рудных месторождений, обуславливает необходимость применения ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий и комплексного использования полиметаллического сырья с использованием техногенных отходов и промпродуктов, содержащих цветные и редкие металлы [1,5].

В Республике проводятся комплексные исследования по совершенствованию технологии обогащения вольфрамовых руд, разработка технологических схем переработки концентратов редких металлов и техногенных образований в виде кеков, шламов и хвостов установление закономерностей количественного распределения вольфрама по фракциям и научное обоснование эффективности применения процессов гравитационного обогащения является актуальной и востребованной.

Важной проблемой создания безотходной технологии являются её организационно-технические принципы, где важную роль имеет разработка способов переработки и выбор оборудования, структура подразделений и экономическая эффективность [6-9].

**Методы исследований.** Основными минералами вольфрамсодержащего сырья являются –вольфрамит и шеелит. Значительный объем мировых запасов вольфрама сосредоточен в России, Казахстане и КНР (табл. 1). В недрах этих государств выявлено свыше 80% мировых запасов вольфрама (рис.1). КНР является мировым лидером в добыче и переработке вольфрамовых руд и концентратов, его доля в мировом производстве вольфрама составляет более 80%.

На современном этапе развития горнорудной промышленности во всем мире при разработке месторождений полезных ископаемых даже при сохранении планируемых темпах добычи существует угроза того, что запасы будут полностью исчерпаны к концу текущего столетия.



Таблица 1.1

Существующие и предполагаемые запасы вольфрамовой руды в мире в пересчете на металл

№	Страна мира	Запасы тыс. т	База запасов тыс. т
1	Казахстан	1551	1753
2	Китай	1020	1370
3	Россия	250	355
4	США	150	210
5	Республика Корея	58	77
6	Боливия	53	105
7	Таиланд	30	30
8	Португалия	26	26
9	Бирма	15	34
10	Австрия	10	15
11	Австралия	5	129
12	Др. страны	383	1531

А - мировые запасы вольфрама; Б - мировая добыча вольфрама

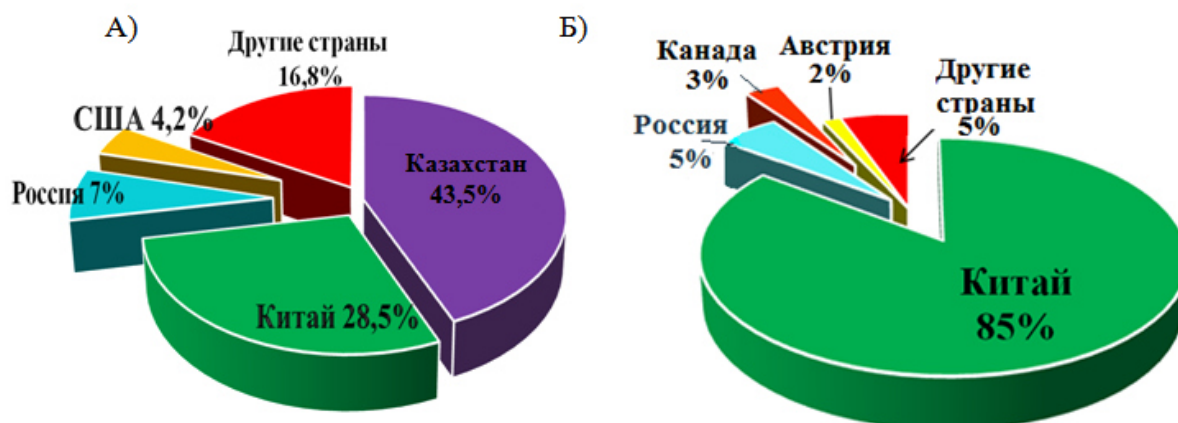


Рис.1.1. Мировые запасы и добыча вольфрама

Несмотря на предполагаемые введения в эксплуатацию новых месторождений, прирост запасов руд будет отставать от возрастающих потребностей промышленности. Вследствие этого большое внимание уделяется не только максимальному повышению степени использования континентальных месторождений, но и освоению вторичного сырья, техногенных месторождений, а также рудных запасов шельфов и дна океана. Все это указывает на то, что в настоящее время исключительно важное значение приобретает всемерное повышение комплексности использования недр путем создания безотходной и малоотходной переработки минерального сырья. Современная технология извлечения полезных ископаемых обычно представляет комплекс физических и химических процессов. Полнота использования недр в значительной степени определяется первой стадией переработки минерального сырья – обогащением. В настоящее время в мировой практике успешно используются современные технологии обогащения, основанные на использовании даже

незначительных различий в физических, физико – химических и химических свойствах минералов. Традиционно, при обогащении вольфрамовых руд применяют различные способы: гравитационное обогащение, флотацию, магнитную и электростатическую сепарацию и методы химического обогащения. Гравитационный способ обеспечивает удовлетворительное извлечение вольфрама из вольфрамитовых руд и до настоящего времени в мировой практике остается основным методом их обогащения. При обогащении шеелитовых руд гравитационным методом извлечение вольфрама не превышает 70% из-за склонности шеелита к переизмельчению, приводящему к образованию тонких шламов и значительным потерям вольфрама в хвостах. В настоящее время основной метод обогащения шеелитовых руд, особенно тонковкрапленных и низкосортных, - флотация. При этом регулятором среды и депрессорами служат сода, жидкое стекло, танин, коллекторами – олеиновая кислота, олеат натрия, жидкое мыло; вспенивателями – сосновое масло, терпинеол, технический крезол и другие реагенты. Флотацию ведут в щелочной среде при pH=9-10. Добавка сернокислых солей меди и железа к жидкому



стеклу способствует депрессии кальцита, флюорита и апатита. Иногда применяют комбинированный способ обогащения шеелитовых руд, сочетающий флотацию и гравитационное обогащение с химической обработкой. Однако, в практике извлечение вольфрама в стандартные концентраты более 72 % не достигается, значительное количество теряется с хвостами. Хвосты обогатительных фабрик складываются на специальных хранилищах и являются техногенными отходами производства. Например, в хранилище ТМО Ингичкинской ОФ накоплено 12 млн. тонн хвостов обогащения с содержанием 0,066 % триоксида вольфрама [10-12].

**Результаты и обсуждение.** В промышленности применяют несколько способов переработки вольфрамовых концентратов. Выбор того или иного способа зависит от типа сырья (вольфрамитовый или шеелитовый концентрат), масштабов производства, технических требований к чистоте трехоксида вольфрама. В каждой технологической схеме переработки вольфрамовых концентратов можно различить следующие стадии: разложение концентрата; получение технической вольфрамовой кислоты; очистка технической кислоты от примесей и получение необходимого товарного продукта. Производственные схемы переработки вольфрамовых концентратов делятся на две группы в зависимости от принятого способа вскрытия: спекания или сплавления с содой и кислотное разложение. Во всех случаях, когда для разложения применяют щелочные реагенты, получают водные растворы вольфрамата натрия, из которых в дальнейшем осаждают вольфрамовую кислоту или другие соединения вольфрама.

В мировой практике одним из основных источников получения вольфрама являются

шеелитовые концентраты. Для извлечения из них вольфрама в основном используют автоклавное содовое выщелачивание, разработанное советскими учеными во главе с профессором И.Н. Масленицким. К достоинству этого способа относится то, что применить его можно как для переработки высокосортных концентратов, так и промпродуктов и хвостов обогащения. Извлечение вольфрама из шеелита при автоклавно-содовом выщелачивании составляет около 98%, при этом часть его остается в твердом остатке. В настоящее время эти отвальные кеки складываются на шламовых полях. В них содержание  $WO_3$  изменяется в широких пределах, например, шламы УзКТЖМ – 1,2 до 3,5  $WO_3$  %, а шламы НГМЗ содержат 0,99 до 1,24 %  $WO_3$ . Такое содержание превышает в десятки раз содержание  $WO_3$  в вольфрамовых рудах, поступающих на обогащение. Также в шламах присутствуют в значительных количествах минералы других ценных компонентов.

**Заключение.** Из анализа проведенных исследований существующих способов переработки лежалых отвальных хвостов обогащения вольфрамовых руд и опыты работ, ведущих мировых горно-обогатительных компаний, показывают реальность и актуальность проведения научно-исследовательских работ по усовершенствованию и разработке технологии переработки хвостов обогатительных фабрик. Таким образом, доизвлечение вольфрама из лежалых хвостов обогатительных фабрик и сбросных отходов металлургических производств является актуальным вопросом в мировой практике добычи руд и переработке вольфрамовых концентратов.

#### Литературы

1. Mutalova M.A., Khasanov A.A., Ibragimov I.S., Masidikov E.M. Development of Technology for Extraction of Tungsten-Containing Industrial Product from Slurry Cakes // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –Vol. 6. – Issue 12. – pp. 12334-12338 (05.00.00; №8).
2. Mutalova M.A., Khasanov A.A., Ibragimov I.S., Melnikova T.E. Development of Technology for Producing Tungsten Product with  $WO_3$  Content Not Lower than 40% from Technogenic Waste SIE «Almalyk MMC» // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –Vol. 6. – Issue 12. – pp. 12329-12333 (05.00.00; №8).

3. Муталова М.А., Хасанов А.А. Разработка технологии извлечения вольфрама из отвальных хвостов НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // Universum: технические науки: научный журнал. – № 12(69). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2019. – С.37-40 (02.00.00; №1).
4. Mutalova M.A., Khasanov A.A. Improvement of Technology for Enrichment of Tungsten Concentrate from Cake of NPO Almalyksky MMC JSC by Gravitational Methods // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2020. –Vol. 7. – Issue 5. – pp. 13863-13868 (05.00.00; №8).
5. Mutalova M.A., Khasanov A.A., Masidikov E.M. Extraction of a Tungsten-Containing Product from the Left Tails of the Ingichin Factory // International Journal of Advanced Research in



Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2020. –Vol. 7. – Issue 5. – pp. 13850-13856 (05.00.00; №8).

6. Хасанов А.С., Хасанов А.А., Муталова М.А. Разработка рациональной технологии извлечения вольфрамового промпродукта содержащего не ниже 40% WO<sub>3</sub> из отвальных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // Композиционные материалы. – Ташкент, 2020. – №4. – С. 144-148 (05.00.00; №13).

7. Хасанов А.С., Муталова М.А., Хасанов А.А. Извлечение ценных компонентов из техногенных отходов // Материалы

10. техногенных месторождений «Алмалыкского ГМК». – Алмалык, 2019 г. – С. 91-93.

11. Муталова М., Хасанов А. Разработка технологии обогащения кека НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // «Ўзбекистоннинг ижтимоий-иқтисодий ривожланишида ёшларнинг ўрни»

Международной научно-технической конференции. – Ташкент, 2014 г. – С. 232-234.

8. Насиров У.Ф., Хасанов А.А., Мельникова Т.Е. Рациональное использование минерального сырья и техногенных отходов. // Материалы Международной научно-технической конференции. – Ташкент, 2018 г. – С. 290-292.

9. Муталова М.А., Хасанов А.А., Ачиллов У., Шакарлов Т. Разработка технологии извлечения вольфрамового промпродукта из отвальных кеков НПО АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки

мавзусидаги 4-сон анъанавий онлайн анжумани. – Наманган, 2020 й. – 70-73 б.

12. Муталова М., Хасанов А. Разработка технологии обогащения лежалых хвостов Ингичкинской фабрики // «Ўзбекистоннинг ижтимоий-иқтисодий ривожланишида ёшларнинг ўрни» мавзусидаги 4-сон анъанавий онлайн анжумани. – Наманган, 2020 й. – 20-22 б.