

На рис. 2 показана степень извлечения ионов Cu^{2+} сорбентом КФГМ-7 из модельного раствора, при проведении процесса сорбции в статических условиях.

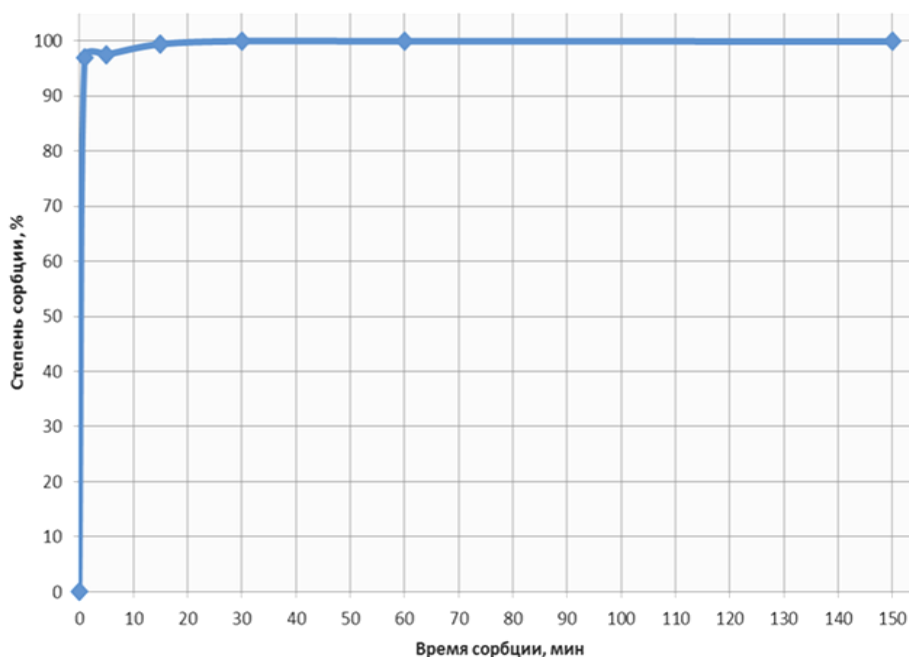


Рис. 2. Сорбционные характеристики сорбента КФГМ-7

На рис. 2 видно, что сорбция ионов Cu^{2+} из модельного раствора происходит уже в первую минуту процесса. После первой минуты процесса, при данных условиях, идет незначительное увеличение сорбционных свойств материала КФГМ-7.

По результатам проведенной работы удалось определить насыпную плотность и влажность исследуемого сорбента КФГМ-7. По результатам проведенных сорбционных исследований материала КФГМ-7, определены очень хорошие свойства по извлечению ионов Cu^{2+} из модельного раствора.

Литература

1. Водоподготовка / Под ред. Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.
2. Измерение массовой концентрации химических веществ методом инверсионной вольтамперометрии: Сборник методических указаний / Под ред. В.Б. Скачкова. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 271 с.
3. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // *Фундаментальные исследования*. – Москва, 2013. – № 8 (Ч. 3). – С. 666 – 670.
4. Мартынова О.И. Водоподготовка. Процессы и аппараты. Учебное пособие для вузов. – М.: Атомиздат, 1977. – 352 с.
5. Очистка природных вод / Под ред. В.А. Клячкова, И.Э. Апельцина. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.
6. Теория и практика сорбционных процессов / Под ред. Е.В. Веницианова. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1998. – Вып. 23. – 24 с.
7. Экологические основы природопользования / Под ред. Т.П. Трушина. – Ростов н/Д.: Феникс, 2001. – 384 с.
8. Экология: учебник / Под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 300 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СОСТАВА РУДЫ С ЦЕЛЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ

А.Д. Соколова

Научный руководитель доцент И.В. Фролова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Истощение минеральных ресурсов является одной из важнейших проблем в России, несмотря на значительные запасы полезных ископаемых. Всё больше в рудной отрасли используют отходы рудобогащения, как дополнительный источник сырья [1].

Вольфрамородный потенциал нашей страны оценивается в 2,6 млн. т. триоксида вольфрама, в котором подтвержденные запасы составляют 1,7 млн. т, или 35% от таковых запасов в мире. Основу

минеральное-сырьевой базы вольфрама составляют коренные месторождения; Кти-Тебердинское, Тырнаузское, Инкурское, Холтосонское, Спокоинское, Бом-Горхонское, Восток-2 [2].

Хранилища отходов рудообогачения являются объектами повышенной экологической опасности из-за их негативного воздействия на воздушный бассейн, подземные и поверхностные воды, почвенный покров на обширных территориях. Кроме того производство продукции из техногенных месторождений в несколько раз дешевле, чем из специально добываемого сырья, и характеризуется быстрой окупаемостью капиталовложений [3].

Объектом исследования в данной работе явились хвосты обогачения вольфрамовых руд Бом-Горхонского месторождения. Месторождение вольфрама «Бом-Горхон» расположено в Петровско-Забайкальском р-не Читинской области на водоразделе рек Бом-Горхон, Мышетая и Зун-Тигня. Рудные тела представлены кварц-гюбнеритовыми жилами, имеющими северо-восточное простирание и пологое падение на юго-восток под углом 20-30°. Протяженность большинства жил 100-200 м. Месторождение отрабатывает подземным способом старательская артель «Кварц». Вольфрамовую руду добывают на штольневых горизонтах.

При обогачении Бом-Горхонской руды гравитационным методом накоплены сотни тысяч тон хвостов обогачения с содержанием WO_3 от 0,1 до 0,35%.

Учитывая, что это техногенное месторождение находится на поверхности и в рассыпном виде, т.е. не требует добычи и затрат на грубое и среднее дробление, просматривается экономическая целесообразность по до извлечению вольфрама даже при таком невысоком его содержании.

На месте нахождения техногенного месторождения реализована традиционная для вольфрамовых руд схема обогачения, однако работы по предложенной схеме дают извлечение вольфрама менее 30% от химически определяемого в хвостах.

По вещественному составу на месторождении выделяют тип руды, который делится на две разновидности: кварцевая и грейзеновая. Первая представлена белым кварцем с гюбнеритом, пиритом, сфалеритом, касситеритом, козалитом, серым сливным кварцем с гюбнеритом и другими рудными минералами, вторая – в основном кварцем, полевыми шпатами и слюдой, в меньшем количестве присутствуют пирит, гюбнерит, сфалерит, лимонит, шеелит. Характер распределения рудных минералов в жилах весьма неравномерный. В разведанных рудных телах месторождения, кроме основного элемента вольфрама, имеются попутные компоненты – висмут и олово.

Коэффициент крепости руд месторождения по шкале проф. М.М. Протодыконова колеблются от 10 до 16. Плотность руды и породы в целике $2,7 \text{ т/м}^3$, в разрыхленном состоянии $1,73 \text{ т/м}^3$. Вмещающие породы достаточно устойчивы, не склонны к горным ударам, не опасны по газу и пыли [4].

Сложный состав лежалых хвостов, набор содержащихся полезных и породообразующих минералов требуют дополнительных исследований свойств сырья.

Для решения поставленных задач использован комплекс физических, химических и физико-химических методов исследования: магнитный, химический и гранулометрический анализ; методы определения дробимости и измельчаемости руды; метод воздухопроницаемости для определения удельной поверхности минералов; гравитационные и магнитные опыты на лабораторных установках.

Для выполнения исследований использовалась проба лежалых хвостов обогачения вольфрамовых руд. Подготовку проб исследуемого материала осуществляли по ГОСТ 14180-80 «Руды и концентраты цветных металлов. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа и определения влаги»

Физико-механические характеристики руды определяли по ГОСТ 25732-88 «Руды железные и марганцевые, концентраты, агломераты и окатыши. Методы определения истинной, объёмной, насыпной плотности и пористости». Влажность исследуемого материала составила 0,82 %, насыпная плотность – 1410 кг/м^3 , удельная поверхность – $711 \text{ см}^2/\text{г}$. Гранулометрический состав показал, что исследуемый материал является полидисперсным и представлен как мелкими частицами, так и более крупными агломератами. Интегральные кривые распределения частиц по классам крупности представлены на рис. 1.

Максимальное содержание вольфрама имеет фракция <0,25 мм и более 2 мм. Минимальное содержание присутствует во фракциях –0,63+0,25 мм. Снижение содержания вольфрама с уменьшением размера фракции показывает на постоянное вскрытие вольфрамовых вкраплений по мере извлечения и выход их в самую тонкую фракцию, что подтверждается анализом.

На следующем этапе работы проведён рентгенофазовый анализ проб хвостов обогачения для каждой фракции на дифрактометре ДРОН-2. В результате расшифровки и сравнения рентгенограмм разных фракций установлено, что преимущественный компонент – кварц. Кроме кварца, во всех фракциях присутствуют алюмосиликат натрия, кальция и алюмосиликат натрия, калия.

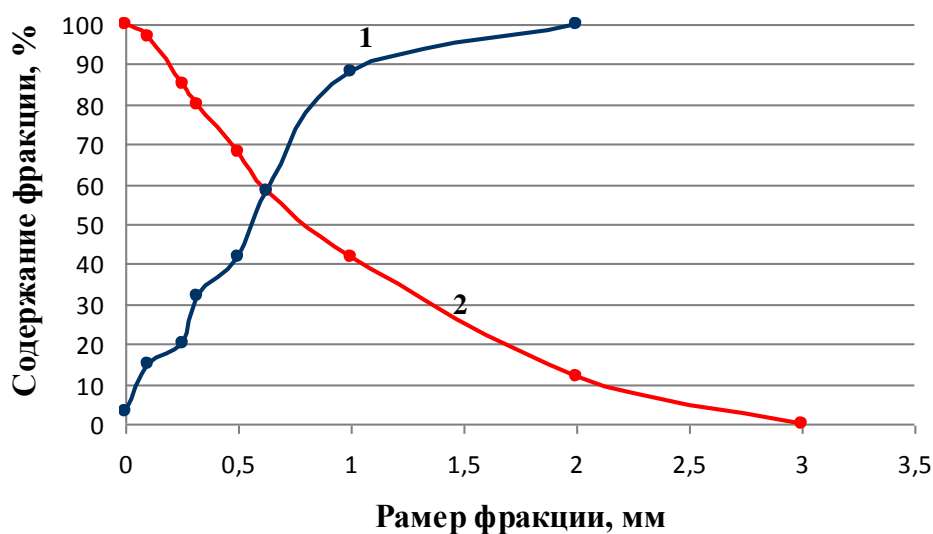


Рис. 1. Интегральные кривые распределения частиц по классам крупности

На следующем этапе работы был определён элементный состав хвостов обогащения для каждой фракции методом атомно-эмиссионной спектроскопии с ИСП. Распределение вольфрама по классам крупности представлено на рис. 2.

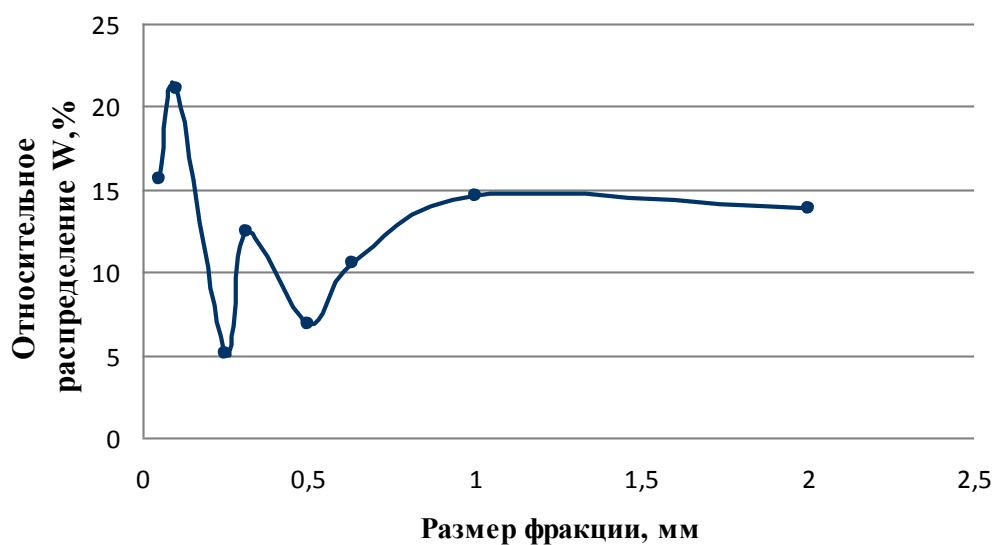


Рис. 2. Относительное распределение вольфрама по фракциям

Таким образом, проведённые исследования показали, что содержание вольфрама по фракциям распределено неравномерно. Наибольшее содержание вольфрама в мелкой и крупной фракции свидетельствует о том, что зёрна вольфрама имеют размер преимущественно менее 0,25 мм. Это значит, что доизмельчение хвостов обогащения до фракции менее 0,25 мм позволит вскрыть породу и доизвлечь вольфрамсодержащие минералы.

Литература

1. Дерягин А.А., Котова В.М., Никольский А.Л. Оценка перспектив вовлечения в эксплуатацию техногенных месторождений // Маркшейдерия и недропользование. – Москва, 2001. – № 1. – С. 15 – 19.
2. Иванков С.И., Литвинцев Э.Г., Петкевич Д.Г. Проблемы создания современных экологических малонапряженных технологий переработки комплексных вольфрамовых руд и пути их решения // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. – Москва, 2013. – №4. – С. 6 – 7.
3. Смолдырев А.Е. Возможности отработки хвостохранилищ // Горный журнал. – Санкт-Петербург, 2002. – № 7. – С. 54 – 56.
4. Чирков Н.А., Савватеев С.А., Липич А.В. Решение вопросов безопасности на стадии проектирования при вскрытии глубоких горизонтов месторождения «Бом-Горхон» // Безопасность труда в промышленности. – Москва, 2005. – №2. – С. 17 – 18.