

**УДК 628.4.03:67:553**

**В.Л. Бутуханов,**

**д-р хим. наук, профессор**

**Хабаровского государственного университета экономики и права**

## КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА РУДНОГО СЫРЬЯ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

*Статья посвящена проблеме комплексной переработки рудного сырья тугоплавких металлов. Цель исследования – определить основные проблемы комплексной переработки рудного сырья тугоплавких металлов.*

**Ключевые слова:** минеральное сырьё, отходы, экология, рациональные технологии.

*The article considers the problem of complex processing of refractory metals' erude ore. The aim of the study is to determine the main problems of complex processing of refractory metals' erude ore.*

**Keywords:** mineral raw materials, wastes, ecology, rational technologies.

Непрерывно прогрессирующий рост потребления металлов диктует необходимость совершенствования путей их рационального применения и повышения извлечения из рудного сырья на основе его комплексного использования [1]. Радикальное изменение ситуации в настоящее время лимитируется истощением мировых запасов рудного сырья, пригодного для его эффективной переработки сложившимися технологическими процессами в чёрной и цветной металлургии. Решение сырьевых проблем в металлургии лежит на путях глубокой рециркуляции металлов, которая является основой сохранения и пополнения недостатка в балансе металла. При этом академик А.Е. Ферсман исходил из того, что главной задачей безотходной технологии является разделение природных минералов и химических элементов, содержащихся в рудах месторождений полезных ископаемых. Для этого

необходимо разрабатывать металлургические процессы к конкретным, новым видам сырья, а не наоборот разрабатывать к старым производствам новые сырьевые месторождения [2]. Эти проблемы решаются, благодаря фундаментальным законам природы, где химические элементы отличаются друг от друга для того, чтобы их разделить.

Расслоение или ликвация расплавов, осуществляется широко в силикатных системах, в которых происходит полимеризация кремнекислородных группировок. Из густого полимерного расплава выталкивается солевой расплав. Поскольку полимеризация – процесс экзотермический, температура расплава повышается. Таким путём можно выделить из рудного расплава немало тугоплавких элементов в виде солей (вольфрам, молибден, тантал, ниобий, цирконий). Ликвация используется в практике металлургической переработки

множества кондиционных и некондиционных продуктов металлов [3].

Ликвационная плавка включается в технологическую схему переработки труднообогатимых вольфрамовых, молибденовых, висмут-серебряных и золотосодержащих руд. Из этих руд получают эффективно концентраты. В дальнейшем из них выделяют полезные компоненты. Для этого используется явление изоморфизма:  $W^6$   $S^6$ ;  $Mo^6$   $S^6$ .

Переработка искусственных концентратов не представляет технологических трудностей; выделение вольфрама проводили экстракцией, молибден в виде  $MoS_3$  и  $MoO_3$ , Au и Ag – при аффинаже.

Структурирование водных растворов с минеральными частицами используется при обогащении полезных ископаемых. Особенно эффективно его применение при флотации тонкодисперсных частиц, поскольку с этим материалом во всём мире теряется около 30 % всех запасов полезных ископаемых.

Учитывая, что в структуре себестоимости производства тугоплавких металлов около 90 % приходится на исходное сырьё, комплексная переработка в этом случае должна в первую очередь решать задачи более полного извлечения полезных компонентов, вовлекая в практику промпродукты и отходы [4].

Из минеральных концентратов непосредственно выплавляют ферровольфрам и ферромolibден, используемые в производстве сталей [1]. Для получения чистого вольфрама,

молибдена, их тугоплавких соединений и сплавов на первом этапе из минеральных концентратов выделяют оксиды ( $WO_3$ ,  $MoO_3$ ) путём проведения гидрометаллургических или других операций. Металлический вольфрам и молибден получают в виде порошков химическим восстановлением их оксидов. Методы получения металлических порошков, их сплавов весьма разнообразны. В последние годы интенсивно развиваются новые и совершенствуются традиционные технологические процессы. Наибольшее распространение в отечественной практике получил метод химического восстановления оксидов вольфрама и молибдена водородом при 700–1200°C. Вместе с тем традиционная технология получения металлического вольфрама и молибдена характеризуется рядом недостатков: относительно невысокой производительностью, сложностью аппаратного оформления, повышенной энергоёмкостью, большими затратами. Применение дисперсных металлических порошков особенно эффективно для интенсификации технологических процессов в порошковой металлургии, керамическом производстве, а также для создания новых конструкционных материалов на основе вольфрама, молибдена и тугоплавких соединений.

Растущее потребление вольфрама и молибдена в качестве легирующих элементов в металлургии, литейном производстве и порошковой металлургии, а также недостатки существующих технологий стимулируют исследование и разработку новых методов получения

металлических порошков и ферросплавов. Именно с разработкой научных основ прогрессивных технологий получения металлических порошков вольфрама и молибдена связаны перспективы развития этой области металлургии, направленные на повышение физико-механических и эксплуатационных свойств целевых продуктов. Проблемы устойчивого развития ресурсодобывающих и нересурсодобывающих стран значительно отличаются. Существенные трудности испытывают страны, связанные со значительным изменением окружающей среды, ухудшением экологической обстановки, низкими доходами от продажи сырья по причине того, что в большинстве случаев эти регионы не производят готовой продукции. Следующей проблемой в развитии ресурсодобывающих регионов является истощение невозобновляемых минеральных ресурсов.

Следовательно, ключевой для развития всех отраслей экономики является проблема минеральных ресурсов. Ресурсосбережение тесно связано с решением экологических проблем, остро стоящих в XXI веке. Решение этих проблем весьма актуально для России. В этой связи обращает на себя внимание статья В.В. Путина [6], где утверждается, что российская экономика в XXI в., по крайней мере, в первой её половине, сохранит свою сырьевую направленность. Потенциальная ценность балансовых запасов полезных ископаемых России позволяет рассматривать минерально-сырьевой комплекс как базис устойчивого развития

страны в длительной перспективе. По мнению автора, наличие крупного природно-ресурсного потенциала страны обуславливает её особое место среди индустриальных стран.

Стратегия развития России должна включать приоритетное направление, связанное с трансформацией сырьевой экономики и поставкой на мировой рынок не сырья, а материалов, изделий и новых технологий. Это направление должно включать новый подход к проблеме рационального и комплексного использования минерального сырья.

#### **Список использованных источников**

- 1 Верхотуров А. Д. Начало материаловедения / А.Д. Верхотуров, А. М. Шпилев. Комсомольск-на-Амуре : изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2008. 437 с.
- 2 Бутуханов В. Л. Инновационные технологии в экономике комплексного использования минерального сырья : монография / В. Л. Бутуханов. Хабаровск : РИЦ ХГУЭП, 2017. 96 с.
- 3 Резниченко В. А. Комплексное использование сырья – фундаментальная проблема металлургии / В. А. Резниченко // Металлы. 1987. № 5. С. 26–37.
- 4 Никифоров К. А. Наука. Технология : проблемы современного общества / К. А. Никифоров. Улан-Удэ : БНЦ СО РАН, 1995. 83 с.
- 5 Чантулия В. А. Состояние и перспективы обогащения руд России / В. А. Чантулия / Цветные металлы. 2002. № 2. С. 15–21.
- 6 Путин В. В. Минерально-сырьевые ресурсы в стратегии развития российской

экономики / В. В. Путин // Записки  
горного института. 1999. 144 (2). С. 3–9.