

УДК 553.04

В.Л. Бутуханов,

д-р хим. наук, профессор

Хабаровского государственного университета экономики и права

КОМПЛЕКСНОЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Статья посвящена рациональному использованию минеральных ресурсов. Цель исследования – определить основные проблемы комплексного и рационального использования сырья с получением материалов товаров.

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

The article presents the sustainable use of mineral resources. The current study aims to identify the main problems of comprehensive and sustainable use of raw materials in production of material goods.

Keywords: mineral raw materials, waste, ecology, sustainable technologies.

Прогресс в области материаловедения связан с коренным изменением технологической науки, предусматривающей получение материалов в виде функциональных систем. Одной из основных характеристик таких материалов является их многокомпонентность, а новые технологические процессы обеспечивают корпоративное взаимодействие системы, поэтому полностью изменяются требования к сырью, на которое уже нельзя смотреть как на источник какого-то одного компонента. Поэтому новым перспективным направлением, получившим развитие, стало комплексное использование концентратов с целью вовлечения их в технологический процесс непосредственно, без предварительного выделения чистых компонентов. При этом достигается существенное снижение стоимости произ-

водства и потерь ценного компонента руды за счёт исключения гидрометаллургических процессов [1].

Применительно к сырью Дальневосточного региона России, принадлежащего к числу наиболее рудонасыщенных районов страны, разработаны принципиально новые технологии переработки вольфрамовых концентратов с извлечением вольфрама до 98 %, отличающиеся замкнутостью технологического цикла и комплексного использования сырья [2].

Применительно к проблемам комплексного использования полиметаллических руд цветных металлов привлекает своей универсальностью плазменная технология. В настоящее время существуют технические решения, позволяющие перерабатывать сырьё и получать продукты плазменной переработки в любом агре-

гатном состоянии и форме, в том числе порошки молекулярной дисперсности [3].

Получение химически чистого карбида вольфрама путём спекания вольфрамата натрия с углеродом

Нами разработан перспективный способ переработки вольфрамата натрия – высокотемпературное спекание его с углеродом (сахарозой) для получения кар-



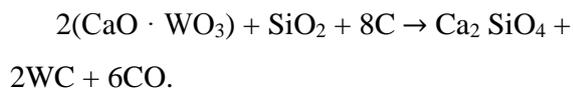
Исследования по восстановлению Na_2WO_4 и WO_3 показали, что при карбидизации сначала образуется металлический вольфрам (при $T > 900^\circ\text{C}$), а затем – карбид вольфрама (при $T > 1050^\circ\text{C}$). Шихта для получения ультрадисперсных порошков карбида вольфрама готовилась упариванием раствора вольфрамата с сахарозой при 10 %-ном избытке углерода. Синтез проводился в печи с графитовыми нагревателями при вакууме 10^{-1} мм рт.ст. в интервале температур от 800 до 1400°C . Время термообработки варьировалось от 1 до 5 часов. Синтез карбида вольфрама в смеси вольфрамата натрия с сахарозой протекает гораздо легче, чем в смеси вольфрамата натрия с сажей, так как в сахарозе углерод находится в более активной форме.

Процесс синтеза осложняется разложением вольфрамата натрия на оксид натрия и триоксид вольфрама при $T = 1275^\circ\text{C}$, что

приводит к почти полной возгонке продуктов разложения. Поэтому получение монокарбида вольфрама необходимо проводить последовательно, в два этапа. Первые 3 часа шихта выдерживается при $T = 1050^\circ\text{C}$ до образования металлического вольфрама, последующие 2 часа – при $T = 1400^\circ\text{C}$, что позволяет получить хороший выход (97 %) монокарбида вольфрама. Для более полной карбидизации необходим 10–15 %-ный избыток углерода. Так как получение химически чистого карбида вольфрама пирометаллургическим методом обходится весьма дорого, а на практике часто не требуется химически чистый WC (например, при обработке стали вольфрамсодержащим инструментом на поверхности твёрдых сплавов образуются так называемые вторичные структуры с W_2C , Fe_2O_3 , W_6 , Fe_7 , WO_3 и др), нами предложен новый принцип создания перспективных материалов с учётом образования этих

структур. Он заключается в том, что состав и структура создаваемого материала должны соответствовать химическому составу «вторичной структуры».

Требуемый материал с заданными свойствами можно получить по известной технологии карбидов из руд, в частности карбида вольфрама из исходных компонентов CaWO_4 , SiO_2 , C (сажа):



Реакция с оптимальным выходом WC идёт при избытке углерода до 20 % от теоретически необходимого количества. Технология получения карбида вольфрама этим методом сравнительно проста: в планетарной мельнице смешиваются шеелит (CaWO_4), SiO_2 , C (сажа), затем смесь нагревается в графитовом тигле с пропуском водорода и выдержкой при $T = 1400^\circ\text{C}$. Шлак отделяется растворением в концентрированной кислоте. Этим способом нами получены электродные материалы, в состав которых входят WC, CaO, Fe, что соответствует фазовому составу вторичной структуры.

Нами были проведены исследования по непосредственному карбидизированию вольфрамового шеелитового концентрата Лермонтовского месторождения. Практически 97 % шеелита подвергается восстановлению с последующей карбидизацией, причём состав полученного продукта неоднороден и карбид трудно отделяется от остальной массы. Для выбора метода

непосредственного карбидизирования руд существенное значение имеет форма нахождения вольфрама в минеральном сырье: так, прямая карбидизация вольфрамитовых концентратов менее сложна, чем шеелитовых.

Непосредственное использование минерального сырья для создания инструментальных и наплавочных материалов

Непосредственное использование минерального сырья возможно двумя путями – с существенным изменением агрегатного состояния минерального сырья и без его изменения [6].

В первом случае задача имеет общеметаллургическое значение. Для её решения необходимо создание специального реактора, в который будет непрерывно поступать минеральное сырьё определённого состава. В реакторе возбуждается низкотемпературная плазма. Вещество в парообразном состоянии перемещается в другой реактор, где под действием магнитных и электрических полей происходит разделение составляющих и их конденсация.

Во втором случае наиболее рационально получение новых композиционных материалов. Так как химический состав минерального сырья часто близок к составу стандартных флюсов, то возможно применение природного вольфрамового сырья для наплавки быстроизнашивающихся деталей. Испытания показали высокую износостойкость и коррозионную стойкость деталей с такими наплавками

(более чем в 6 раз по сравнению с использованием стандартных флюсов).

Один из путей реализации этих направлений – создание банка данных об известных материалах на основе WC и о химическом, фазовом составе вольфрам-содержащих концентратов. Машинный поиск аналогичных сочетаний позволит подобрать необходимые для тех или иных целей составы концентратов и пути их дальнейшей переработки.

Таким образом, переработка вольфрамового сырья возможна не только классическими (устаревшими и экологически опасными), но и новыми способами:

- путём электротермического получения из него вольфрамата натрия, который затем спекается в вакууме с сахарозой. В результате образуется карбид вольфрама – основа инструментальных материалов;

- производством порошковых композиций, сварочных флюсов и наплавочных материалов непосредственно из концентрата.

Список использованных источников

1 Бутуханов В. Л. Физико-химические основы комплексного и рационального использования минерального сырья вольфрама / В. Л. Бутуханов, Е. В. Хромцова. Хабаровск : ТОГУ, 2015. 148 с.

2 Резниченко В. А. Комплексное использование сырья – фундаментальная проблема металлургии / В. А. Резниченко // Металлы. 1987. № 5. С. 26–37.

3 Резниченко В. А. Комплексное использование руд и концентратов / В. А. Резниченко, М. С. Липихина, А. А. Морозов. М. : Наука, 1989. 172 с.

4 Бутуханов В. Л., Верхотуров А. Д., Лебухова Н. В. Способ получения карбида вольфрама. Патент №1717539 от 02.04.1993.

5 Бутуханов В. Л., Хромцова Е. В. Способ получения карбида вольфрама. Патент №217995 от 27.02.2002 г.

6 Бутуханов В. Л. Физико-химические основы синтеза композиционных материалов из вольфрам- и борсодержащих минералов : автореф. дис. ... д-ра хим. наук. Владивосток, 1997. 36 с.