

## РОЛЬ ФТОРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА ТИТАНА

И.В. Распутин, В.А. Карелин, К.А. Кобелева

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Карелин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [rasputin.ilia@yandex.ru](mailto:rasputin.ilia@yandex.ru)

Карбид титана – материал, обладающий высокой температурой плавления, высокой твердостью, низким электросопротивлением, высокой теплопроводностью, стойкостью в агрессивных средах и к абразивному износу [1]. Этот материал применяется в конструкционных и высокотемпературных изделиях, которые эксплуатируются при больших механических и тепловых нагрузках. В последнее время карбид титана все чаще применяется в электронной промышленности. В связи с тем, что спеченный карбид титана все чаще используется для замены металлических изделий в различных устройствах, то процессы получения компактных изделий из порошка карбида титана становятся определяющими в технологии его синтеза. Выбор условий спекания зависит от гранулометрического состава, формы и состояния поверхности исходного порошка.

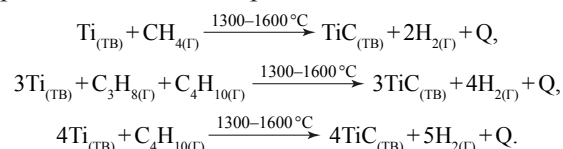
В настоящее время используется три основных промышленных способа синтеза TiC: твердофазная реакция между диоксидом титана и углеродом в вакууме; взаимодействие твердых гидрида титана и углерода; осаждение TiC из расплава. Основными недостатками всех указанных процессов являются многостадийность технологии, большой расход электроэнергии и получение материала довольно низкого качества (низкой степени чистоты) [1, 2].

Основное сырье для производства титана – минерал ильменит. Ильменитовые концентраты для отделения значительных количеств оксидов железа (до 45%) подвергают восстановительной плавке, получая шлак, обогащенный оксидом титана. Далее шлак подвергают обработке фторирующим реагентом с целью выделения титана в виде летучего фторида в газовую фазу [3].

Фторидная технология обладает преимуществами на стадии фторирования природных титансодержащих концентратов и на всех последующих стадиях получения металлического титана, так как в технологии осуществлен рецикл двух реагентов – молекулярного фтора (в процессах фторирования и электролиза) и безводного фтороводорода. При фторидной технологии практически не образуются отходы, что

обеспечивает благоприятную экологическую обстановку как на самом промышленном предприятии, так и в районах в непосредственной близости от него [4].

Разрабатываемый синтез карбида титана проводят в вакуумной электрической печи из исходных веществ – порошка титана и метана или пропан-бутановой смеси – в соотношении 1:1 при 1300–1600 °С по реакциям:



Для синтеза используют тонкий фракционированный порошок титана двух фракций, каждая из которых имеет средний диаметр частиц не более  $d_{95}^{\text{cp}} \leq 1,0$  мкм и  $d_{95}^{\text{cp}} \leq 5,0$  мкм соответственно, массой по 200 г.

В процессе получения спеченных изделий большое значение имеет форма компонентов, в которой они участвуют в синтезе. Например, при спекании частиц, имеющих больший диаметр, за счет имеющихся пустот происходит значительное не контролируемое уменьшение размеров и формы получаемого изделия, что в дальнейшем сказывается на его характеристиках. Поэтому, для изучения возможности использования предварительно подготовленных порошков различных форм и размеров, методами дифракционной электронной микроскопии, XRD-анализа и BET-анализа проведены исследования морфологии, гранулометрического состава, удельной поверхности и фазового состава порошка титана.

Эти методы позволяют с высокой надежностью и полнотой прогнозировать свойства конечного продукта при проведении процесса спекания.

Сочетание фторидной технологии получения металлического титана и разрабатываемого синтеза карбида титана влияет на качество конечного продукта, так как исходный порошок титана будет обладать свойствами, отличными от исходных соединений, которые применяются в известных способах производства карбида титана.

## Список литературы

1. Кипарисов С.С., Левинский Ю.В., Петров А.П. Карбид титана: получение, свойства, применение.– М.: Металлургия, 1987.– 216с.
2. Лучинский Г.П. Химия титана.– М.: Химия, 1971.– 472с.
3. Карелин В.А., Карелин А.И. Фторидная технология переработки концентратов редких металлов.– Томск: НТЛ, 2004.– 221с.
4. Карелин В.А., Дубровин А.В., Ворошилов Ф.А. Перспективные технологии получения титана: учебное пособие.– Томск: ТПУ, 2013.– 111с.

## СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

И.С. Селянин, Б.Б. Нурмухамбетов, М.И. Тычкина  
 Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Кантаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, all1@tpu.ru

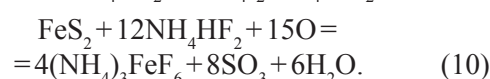
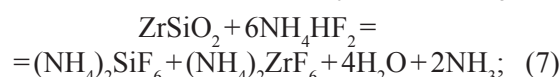
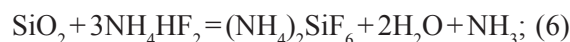
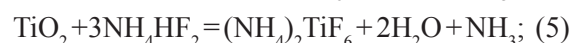
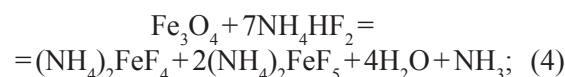
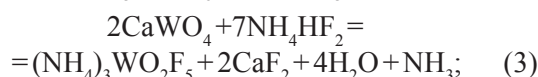
Вольфрам обладает высокой температурой плавления, а также высокими показателями твердости, прочности, жаростойкости и стойкости к химическим воздействиям и коррозии. С помощью этого металла изготавливают нити накаливания, рентгеновские трубки, нагреватели, экраны вакуумных печей, предназначенных для использования в высокотемпературном режиме. Сталь, легированная вольфрамом, имеет высокие прочностные качества. Исходным веществом для получения оксидов и металлического вольфрама является паравольфрамат аммония (ПВА) [1].

Существует множество способов по получению паравольфрамата аммония. В данной работе была осуществлена фтораммонийная технология переработки вольфраматового концентрата АО «Закаменск». Данный способ включает следующие стадии: фторирование вольфрамсодержащего сырья гидродифторидом аммония, выщелачивание профторированного продукта водой, упаривания, аммонийное осаждение и растворение вольфраматового продукта, с последующей кристаллизацией ПВА [2].

Перед началом эксперимента был определен действительный элементный и фазовый состав концентрата.

Концентрат фторировался с помощью гидродифторидом аммония по отношению к массе 1 : 1,5 при температуре 210 °С. Процесс разложения вольфраматового концентрата протекает по

следующим реакциям:



Фторированный продукт подвергается водному выщелачиванию по отношению к массе 1:2, далее раствор фильтруют. При этой стадии отделяется большая часть примесей:  $\text{NH}_4\text{MnF}_3$ ;  $\text{NH}_4\text{FeF}_3$ ;  $\text{CaF}_2$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{FeF}_5$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{TiF}_6$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{ZrF}_6$ .

Далее производится упаривание раствора до 25% от общего объема, для полного выделения трифторферрата аммония  $\text{NH}_4\text{FeF}_3$ . После этого раствор фильтруют.

Таблица 1. Элементный состав концентрата АО «Закаменск»

Элемент	Al	Ca	Fe	Mn	Si
Содержание, %	0,3	3	16,2	8,8	0,9
Элемент	Ti	W	Zr	Pb	S
Содержание, %	0,9	42	0,06	1,3	1,2