

риментальным путем. После термообработки проведенной по оптимальным условиям происходит моментальное поглощение водорода сплавом при комнатной температуре и низких давлениях. При этом наблюдалась зависимость: чем больше масса сплава, тем больше водорода поглощается. Данное явление объясняется тем, что Ду и Ть проявляют особую активность к реагированию с кислородом и водородом.

Домельчение прогидрированных сплавов NdFeB и РЗМ–Fe, Со проводилось в органических разбавителях до размера частиц от 0,5 до 5 мкм. Измельченный порошок сплава NdFeB смешивался с 10 масс. % измельченного порошка РЗМ–Fe, Со.

В докладе авторами будут представлены более подробные выводы по улучшению магнитных характеристик сплавов в процессе твердофазного легирования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО ВАНАДИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА

В. Д. Грищёва, А. А. Смороков

Научный руководитель – старший преподаватель А. А. Смороков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, vdg6@tpu.ru*

Кларк ванадия составляет $9 \cdot 10^{-3}$ % [1, 2], и, относясь к классу рассеянных элементов, чаще содержится в следовых количествах в рудах. Из собственных минералов можно выделить патронит ($V_2S_5 \cdot xS$), карнотит ($K_2(UO_2)_2[VO_4]_2 \cdot 3H_2O$), ванадинит ($Pb_5[VO_4]_3Cl$) и роскоэлит ($KV_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$).

Ванадий нашел широкое применение во многих областях, таких как катализ, авиа- и машиностроение, лакокрасочная и текстильная промышленность и др. [3]. Исходя из широкого спектра применений ванадия, данный металл можно с уверенностью назвать важным элементом промышленности.

Существуют пиро- и гидрометаллургические способы переработки ванадиевого сырья. Из гидрометаллургических выделяют щелочное и кислотное выщелачивания. В данной работе была рассмотрена переработка отработанного

ванадиевого катализатора методом кислотного выщелачивания. Состав исследуемого катализатора представлен в таблице 1. Методика сернокислотного выщелачивания была выбрана ввиду меньшей температуры процесса, высокой степени извлечения (до 98 %) и малых стоимости и расхода реагентов.

В рамках исследования была проведена серия экспериментов выщелачивания серной кислотой измельченного до фракции – 0,05 мм отработанного ванадиевого катализатора при различных продолжительности (30; 60; 90; 180 минут) и температуре (25 °С; 60 °С; 90 °С) процесса. Постоянными показателями были рН рас-

Таблица 1. Массовые доли компонентов в катализаторе

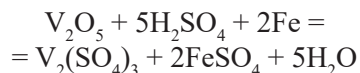
Соединение	Содержание, %
V_2O_5	4,95
SiO_2	43,85
Fe_2O_3	3,42
K_2SO_4	11,91
SO_3	17,04
Прочее	18,83
	$\Sigma 100$

Таблица 2. Влияние параметров процесса на степень извлечения ванадия в раствор

Параметры выщелачивания	Степень извлечения, %
30 мин 25 °С	46,14
60 мин 25 °С	44,93
90 мин 25 °С	43,44
180 мин 25 °С	42,34
30 мин 60 °С	44,31
60 мин 60 °С	46,09
90 мин 60 °С	44,91
180 мин 60 °С	46,41
30 мин 90 °С	44,66
60 мин 90 °С	43,07
90 мин 90 °С	48,80
180 мин 90 °С	44,93

твор серной кислоты ($\text{pH} = 0$) и соотношение фаз Т:Ж = 1:5.

В процессе выщелачивания были получены растворы, цвет которых указывает на протекающие реакции:



В дальнейшем были проанализированы твердые остатки, полученные после фильтрования. Данные показывают (таблица 2), что повы-

шение температуры и времени выщелачивания существенно не влияют на степень извлечения ванадия в раствор. Анализируя данные, можно сделать вывод о том, что оптимальными условиями протекания процесса являются: время выщелачивания – 30 минут, температура процесса – 25 °С.

Максимально достигнутая степень извлечения составила 48 %, для более полного извлечения ванадия необходимо провести разрушение кремниевой матрицы.

Список литературы

1. Корзанов В. С., Шульгина Н. П. *Химия редких, рассеянных и редкоземельных элементов: Учебное пособие для студентов 4, 5 курсов и магистров химического факультета.* – Пермь: ГОУ ВПО «Пермский государственный университет», 2007. – 100 с.
2. Перельман А. И. *Геохимия.* – Москва: Высшая школа, 1989. – С. 4216.
3. Elena Romanovskaia, Valentin Romanovski, Witold Kwapinski, Irina Kurilo. *Selective recovery of vanadium pentoxide from spent catalysts of sulfuric acid production: Sustainable approach // Hydrometallurgy, 2021. – 10 p.*

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ОКИСЛЕНИЯ ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ В РАСТВОРАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Е. А. Дегенгард, А. В. Ерохина

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОЯТЦ ТПУ А. Н. Страшко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, ead28@tpu.ru

Необходимость применения редкоземельных элементов и актиноидов в научных исследованиях и промышленности с каждым годом увеличивается. Изучение строения редкоземельных элементов и актиноидов [1] позволило применять их в различных областях промышленности. Ядерно-физические свойства элементов актиноидной группы объясняет их широкое применение в ядерной энергетике и промышленности.

Особое место в химии редкоземельных элементов и актиноидов занимают оксалатные соединения. Оксалатный аффинаж основан на осаждении оксалатов четырехвалентного урана и уранила в сильнокислой среде [2].

В процессе оксалатного аффинажа образуются избыточное количество щавелевокислых растворов. В них содержится значительное содержание примесей редких, редкоземельных металлов и железа. Накопленные объемы позволяют регенерировать избыточное содержание металлов в технологический процесс, а щавелевую кислоту окислить. В связи с этим актуаль-

ным является окисление щавелевой кислоты и изучение условий данного процесса.

Условно можно выделить процессы химического окисления, термического окисления путем нагрева смеси и упаривание растворов с дальнейшим прокаливанием. Вопрос прокаливания не является выгодным, так как это приводит к большим энергетическим затратам.

Способы химического окисления щавелевой кислоты, которые подлежали рассмотрению, можно условно разделить на: 1) окисление с помощью серной кислоты и последующее их нагревание, 2) окисление с использованием перманганата калия в нейтральной среде с образованием осадка оксалата марганца (IV) и в кислой среде, 3) окисление пероксидом водорода.

При изучении возможности окисления щавелевой кислоты в таких средах необходимо решить следующие задачи:

- изучение возможности окисления всего раствора или кислоты без примесей,