

Северной Осетии в частности, производства кремниевой продукции для солнечной энергетики и микроэлектроники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурьнов Б. И., Борисов Л. А., Красильников П. А. Кварцевое сырьё – важнейший вид минеральных ресурсов для высокотехнологичных отраслей промышленности // Разведка и охрана недр. 2007. № 10.
2. Быков В. Н., Штемберг М. В., Королёва О. Н. Вода в гранулированном кварце Южного Урала: исследование методом инфракрасной спектроскопии // Разведка и охрана недр. 2007. № 10.
3. Котова Е. Н., Кузнецова С. К. Примесные парамагнитные центры в промышленно-генетических типах кварцевого сырья // Разведка и охрана недр. 2007. № 10.
4. Цогоев В. Б., Кучиева А. А. Природные ресурсы РСО-Алания. Геология и полезные ископаемые. Владикавказ: Издательство Проектпрогресс. 2005.



УДК 669.849.4:669.27.4

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ РЕНИЯ И ВОЛЬФРАМА ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ В РАСТВОРЕ СОРБЦИЕЙ НА АКТИВИРОВАННОМ КОСТНОМ УГЛЕ

Канд. техн. наук, асс. *Гагиева Ф. А.*
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет),
г. Владикавказ, РСО-Алания, Россия

Проведены исследования по изучению сорбционного извлечения рения и вольфрама при совместном их присутствии в растворе на активированном костном угле, выявлены наиболее оптимальные условия сорбции и приведена оценка возможности применения активированного угля для совместного и селективного извлечения рения и вольфрама из водных растворов сложного состава.

Одним из ценных редких металлов является рений. Повышенный интерес к нему обусловлен его уникальными физическими и химическими свойствами. Он обладает наиболее высокими по сравнению со всеми известными металлами тугоплавкостью, твердостью, механической прочностью, а также высокой химической устойчивостью, что обуславливает его применение для изготовления кислотоупорных и жаропрочных сплавов, сверхпроводников, покрытий и катализаторов. Основные области применения рения – металлургическая, машиностроительная и химическая промышленность.

Растущее его потребление при ограниченной сырьевой базе может быть обеспечено за счет рационального использования имеющихся источников, усовершенствования существующих и разработки более эффективных технологий сорбционного извлечения. Рений извлекают попутно при переработке медных и полиметаллических руд на основные компоненты, а также при утилизации вторичных отходов и некоторых видов техногенного сырья.

Известно, что основное количество вторичных отходов, содержащих рений, образуется преимущественно в отраслях, потребляющих эти металлы. К таким отходам можно отнести двойные и тройные сплавы рения с вольфрамом, никелем (5,0 – 47,0 % Re), образующихся в электронной промышленности и цветной металлургии, отходы многокомпонентных сплавов рения на никелевой основе (0,5 – 6,0 % Re) и многие другие [1]. Разработка технологии, позволяющей достаточно эффективно перерабатывать сырье с отдельным извлечением рения и вольфрама, актуальна.

Для переработки ренийвольфрамосодержащего сырья, главным образом вторичного, применяются пирометаллургические методы с последующим переводом рения и вольфрама в азотно-кислые растворы. Значительное место среди перспективных способов эффективного извлечения рения и вольфрама из получаемых растворов занимает ионный обмен [2, 3].

Известно, что в качестве сорбентов могут служить практически все мелкодисперсные вещества, обладающие развитой поверхностью [4].

Исследованы [5] особенности сорбционного извлечения ионов рения и вольфрама, при совместном присутствии ионов этих металлов из водных растворов их солей $KReO_4$ и Na_2WO_4 (система $KReO_4 - Na_2WO_4 - H_2O$) на активированном костном угле. Определены оптимальные параметры, позволяющие селективно и совместно извлекать эти ионы из растворов.

Эксперименты осуществляли при различных значениях pH растворов. В исходном растворе, содержащем ионы извлекаемых металлов, устанавливали заданные значения pH, затем в раствор вводили сорбент. В процессе извлечения металлов величина pH растворов менялась, поэтому регулировали pH до заданного исходного значения щелочью NaOH или кислотой: для серноокислых растворов – H_2SO_4 , солянокислых – HCl. В зависимости от pH лигандные группы ионитов могут занимать как более благоприятную, так и неблагоприятную конфигурацию, что должно привести к появлению максимумов сорбции в зависимости от величины pH, которые показывают, в каком интервале pH растворов следует вести исследования сорбционных процессов.

Через определенные промежутки времени от начала процесса контролировали концентрацию ионов металлов в водной фазе по стандартной методике. Сорбент выдерживали в течение суток в 0,1 н растворах H_2SO_4 , HCl или NaOH, а также в дистиллированной воде.

Массовое соотношение между сорбентом и раствором 1:100.

В таблице и на рис. 1–3 даны лучшие результаты сорбции из растворов, содержащих смесь ионов Re (VII) и W (VI) при исходной концентрации 188–405 мг/дм³ по Re (VII) и W (VI) для активированного костного угля.

Условия и результаты сорбции ионов Re (VII) и W (VI) в системе $KReO_4 - Na_2WO_4 - H_2O$

Обработка сорбента	pH	C ₀ , мг/дм ³		τ, мин	C, мг/дм ³		OE, мг/г		β _{Me1Me2}		ε, % масс	
		Re(VII)	W(VI)		Re(VII)	W(VI)	Re(VII)	W(VI)	β _{Re/W}	β _{W/Re}	Re(VII)	W(VI)
Селективное извлечение рения												
H ₂ SO ₄	≤1	241	249	90	63	192	17,83	5,71	9,56	0,10	74	23
H ₂ O	≤1	241	249	20	130	225	11,08	2,37	8,10	0,12	46	10
NaOH	≤1	241	249	90	117	213	12,44	3,55	6,41	0,16	52	14
Селективное извлечение вольфрама												
H ₂ SO ₄	4	192	312	90	166	76	2,50	22,82	0,05	20,56	13	79
H ₂ SO ₄	9	192	312	60	187	177	0,45	13,56	0,03	31,71	2	43
H ₂ O	9	192	312	90	189	148	0,24	16,36	0,01	88,42	1	52
NaOH	4	192	312	90	187	186	0,45	12,59	0,04	27,92	2	40

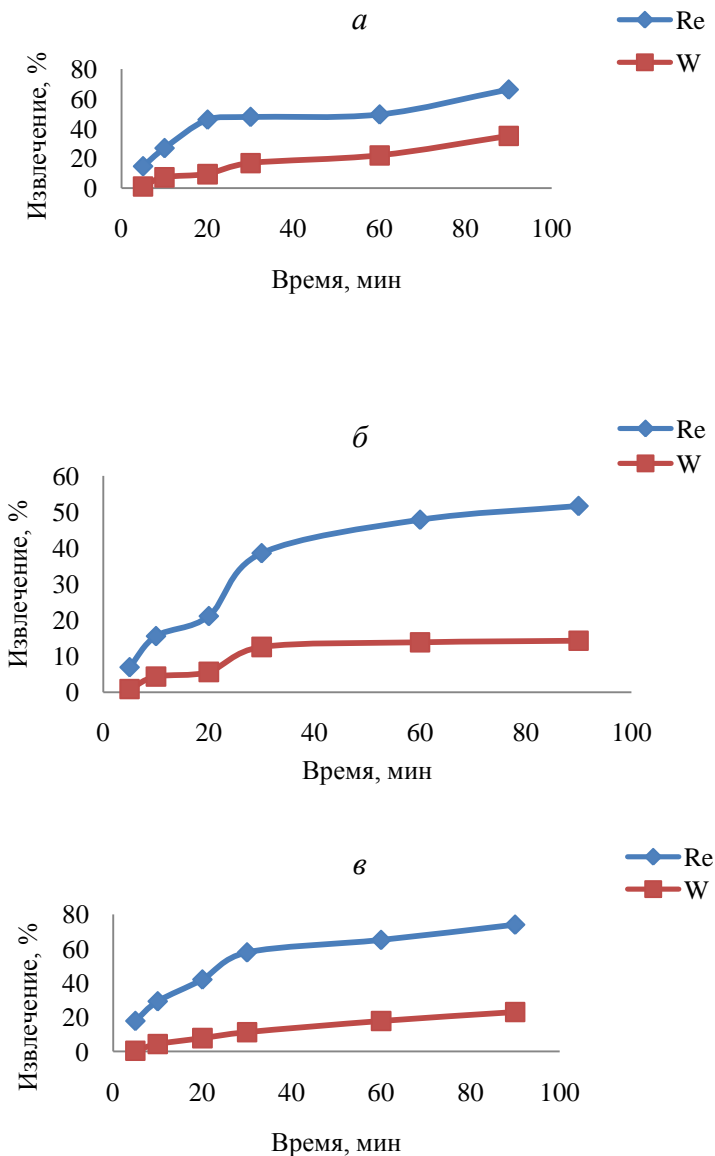


Рис. 1. Извлечение, ϵ % масс, ионов Re (VII) и W (VI) при $\text{pH} \leq 1$, времени сорбции $\tau = 90$ мин и предварительной обработке активированного костного угля (а – H_2O , б – NaOH , в – H_2SO_4) при сорбции из растворов, содержащих смесь перренатов и вольфраматов.

Из экспериментальных данных следует, что селективное извлечение рения на активированном костном угле из системы $KReO_4 - Na_2WO_4 - H_2O$ получено при $pH \leq 1$ и кислой, водной и щелочной обработках сорбента. Селективное извлечение вольфрама получено при $pH=3 - 4$ и щелочной и кислой обработках активированного костного угля и при $pH = 9$ при кислой, водной и щелочной обработках АУ.

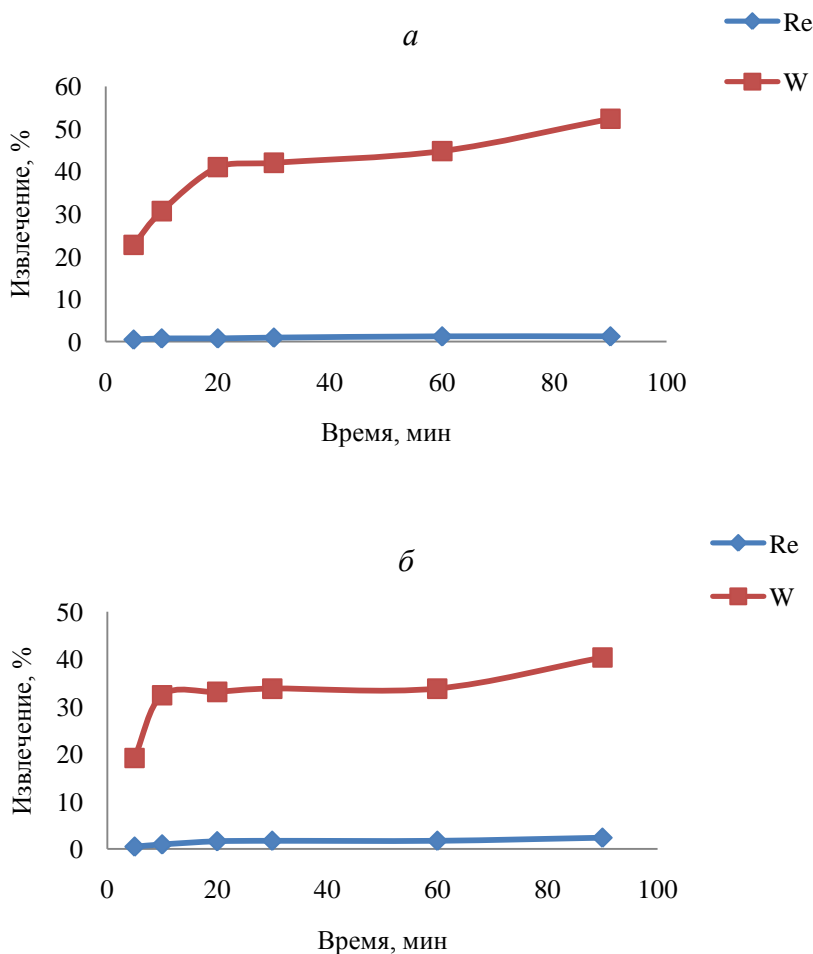


Рис. 2. Начало. Окончание на с. 20.

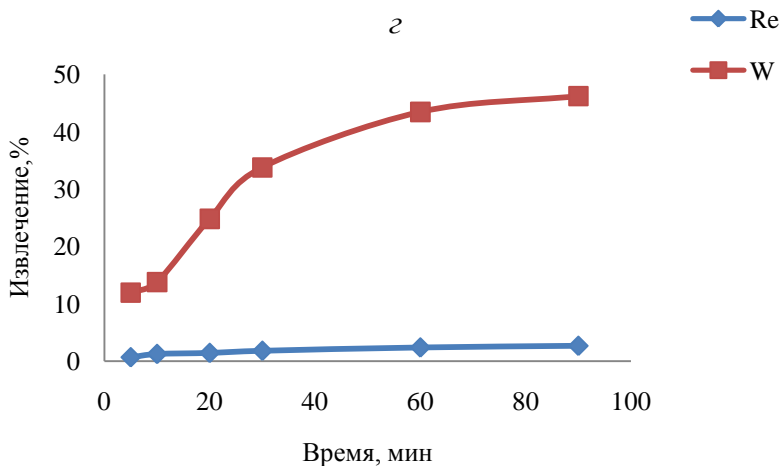
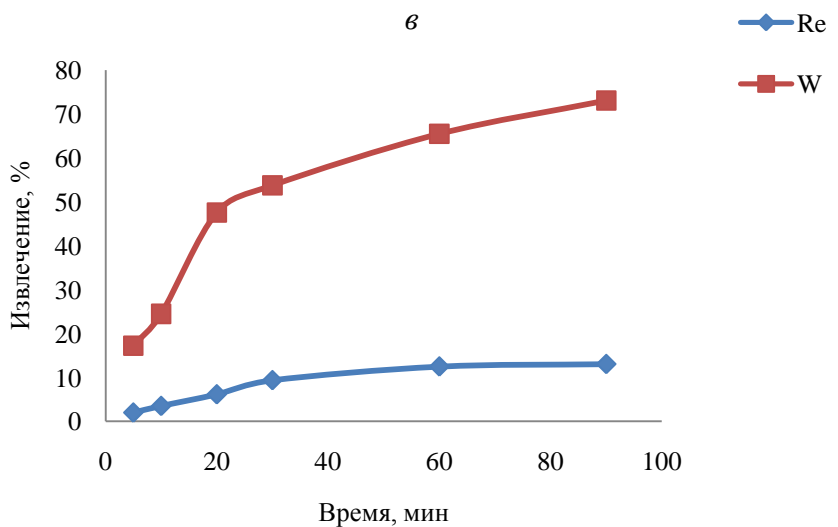


Рис. 2. Извлечение, ε % масс, ионов Re (VII) и W (VI) в зависимости от времени сорбции $\tau = 90$ мин, предварительной обработки активированного костного угля и величины pH (*а* – H_2O , pH = 9; *б* – NaOH, pH = 4; *в* – H_2SO_4 , pH=4; *з* – H_2SO_4 , pH =9) при сорбции из растворов, содержащих смесь перенатов и вольфрамов.

Из данных таблицы и рис. 1, 2 видно, что применение активированного костного угля дает высокие показатели разделения ионов Re (VII) и W (VI) при их совместном присутствии.

Результаты селективного извлечения ионов рения и вольфрама зависят от предварительной обработки активированного костного угля, от величины pH, а также от исходной концентрации ионов рения и вольфрама в растворе.

Результаты сорбции рения и вольфрама из сложных растворов ниже, чем из индивидуальных растворов, содержащих перенат- или вольфрамат-ионы. И для достижения равновесия требуется больше времени, чем при сорбции из соответствующих индивидуальных растворов.

Возможности разделения ионов рения и вольфрама из смеси по сравнению с индивидуальными растворами снижаются за счёт их взаимного влияния на результаты сорбции. Даже при малых концентрациях ионов металлов для глубокого разделения ионов потребуется определённое количество циклов сорбции – десорбции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Извлечение рения из различных видов вторичного сырья / *З. А. Передерева* [и др.] / Химия, технология и аналитический контроль рения: Тр.V Всесоюзного совещания. М., 1990. С. 135–138.
2. *Калашиков А. Н., Сахно А. И.* Извлечение рения от отходов различных сплавов: Деп в ЦНИИЦветмет, 1983. 24 с. № 1009-ЦМД83.
3. *Блохин А. А., Копырин А. А., Михайленко М. А., Никитин Н. В.* / Материалы II Междунар. конф.: Металлургия цветных и редких металлов. 9–12 сентября 2003 г. Красноярск, 2003. Т. 1. С. 95–96.
4. *Некрасов Б. В.* Основы общей химии. М.: Химия, 1973. С. 656.
5. *Воропанова Л. А., Гагиева Ф. А.* Физико-химическое исследование сорбции анионов рения (VII), молибдена (VI) и вольфрама (VI) из водных растворов смеси их солей на активированном костном угле и на анионитах марок АМП и АМ-26: Деп. в ВИНТИ. 10.04.2012. № 158-В2012. 52 с.

