



ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕНИЯ

**Хасанов Абдурашид Салиевич, профессор,
Хакимов Камол Жураевич, доцент,
Заместитель главного инженера АО "Алмалыкский ГМК" по науке.
Термезского инженерно-технологического института.
(Узбекистан)**

Согласно источникам, рений является последним открытым естественным элементом. Это произошло в 1925 году усилиями Иды Таке, Уолтера Ноддака и профессора Отто Берга. Значительная часть ранних работ по разработке технологий получения рения была произведена в США компанией Kennecott, этой компании было выдано много патентов, посвященных извлечению рения при переработке молибденита. В дальнейшем, компания Shattuck Chemical из Денвера, Колорадо, получила лицензию на данные технологии и приступила к извлечению рения в 1960 году после обжига концентратов молибденита, добываемых на рудниках, работающих на западе США. С тех пор производство рения появилось в остальных странах. Чили сейчас является основным поставщиком. В последние годы производство рения из первичных источников выросло до уровня 45 тонн. Сегодня главной областью применения рения являются суперсплавы для газовых турбин в авиации, в то время как его использование в катализаторах нефтяного риформинга составляет около 10% от общего потребления [1].

Природный рений, элемент с 75 номером в периодической таблице, состоит из двух изотопов: ^{187}Re , с долей 62,6% от общего количества, и ^{185}Re , доля – 37,4%. ^{187}Re радиоактивен с периодом полураспада приблизительно $4,3 \times 10^{10}$ лет. Однако излучаемое бета-излучение очень слабое. Химические свойства рения напоминают металлы в группе марганца – VII группы Периодической таблицы им. Д.И. Менделеева. Физические свойства, однако, намного больше похожи на свойства тугоплавких металлов V и VI групп, в частности молибдена и вольфрама. Рений относится к тугоплавким металлам из-за его высокой температуры плавления (около 3200°C), причем только вольфрам имеет более высокую температуру плавления. Однако, в отличие от других тугоплавких металлов, рений не образует карбидов [2]. Выбранные свойства рения перечислены в таблице 1.

Таблица 1 – Некоторые свойства рения

Параметр	Значение	Размерность
Молярная масса	186,21	г/моль
Плотность при 25°C	21023	кг/м ³
Температура плавления	3180	$^\circ\text{C}$



Точка кипения	5926	°С
Твердость (шкала Мооса)	7	-
Удельная теплоемкость при 25°С	0,14	Дж/(г °С)
Удельное электрическое сопротивление при 25°С	18,4	нОМ м
Теплопроводность	48	Вт/(м °С)
Модуль Юнга	463	ГПа

Рений обладает несколькими степенями окисления от -1 до $+7$, наиболее распространенными из которых являются $+7$, $+6$, $+5$ и $+4$. Он легко меняется от одной степени окисления к другой, что делает его идеальным для использования в качестве катализатора [3].

В 1960 годах было замечено, что, когда рений легируется молибденом или вольфрамом, полученный сплав проявляет или сохраняет «лучшие» свойства обоих металлов в отдельности, и не сохраняет «плохих» свойств этих компонентов. Например, нагрев вольфрама выше его температуры рекристаллизации, 1200°C , и затем охлаждение его до комнатной температуры приводит к тому, что он становится хрупким. Добавление рения к вольфраму и молибдену значительно снижает хрупкость, повышает температуру рекристаллизации, пластичность и предел прочности сплавов на разрыв [4].

Рений не имеет температуры перехода из пластичного в хрупкое состояние. Он сохраняет свою пластичность от низких отрицательных температур до очень высоких температур, что делает его идеальным для использования в космических силовых установках. Известно, что сопла ракетного двигателя выдерживают более 100000 циклов термической усталости от комнатной температуры до температуры выше 2225°C без признаков отказа [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Извлечение меди и рения из растворов аммиачного выщелачивания медных некондиционных концентратов. Игнатович А. С. // Санкт-Петербург – 2021.
2. Бодуэн, А.Я. Аммиачно-автоклавная технология переработки низкокачественных концентратов флотационного обогащения медистых песчаников / А.Я. Бодуэн, С.Б. Фокина, Г.В. Петров, Ю.В. Андреев // Обогащение руд, № 2, 2019. С 33 – 38.
3. Гиндин, Ж.М. Экстракционные процессы и их применение / Ж.М. Гиндин // Москва: Наука, 1984. – 144 с.
4. Игнатович, А.С. Определение кинетических параметров извлечения рения анионитами из аммиачных растворов выщелачивания некондиционного сырья / А.С. Игнатович, Р.Р. Хисматуллин, М.А. Зубакина // Естественные и технические науки. – 2021 – №8 (159) – С.174-178
5. Мартиросян, В. А. Извлечение меди из растворов сернокислотного выщелачивания золотомедных сульфидных концентратов Дрмбона методом



экстракции / В.А. Мартиросян, Ю.О. Лисовская, М.Э. Сасунцян // Вестник Государственного инженерного университета Армении. Серия «Химические и природоохранные технологии». – 2014. – №1. – С. 1-7.