

Тугоплавкие материалы и их использование в технике

Тугоплавкі матеріали та їх використання у техніці

Refractory materials and their use in engineering

Науковий керівник - ас. каф. «Матеріалознавства та технології матеріалів, Фроленкова О. В.,

Фроленкова О. В. Frolenkova O. V.

Студент - Костецкий Д. А., Костецкий Д. О. Kosteckii D. A.

Анотация: Целью работы было изучение тугоплавких материалов. Использование их в промышленности. Изучение псевдосплавов на основе W,V,Cr,Mo. Изучение физических и химических свойств тугоплавких металлов. Применение псевдометаллов в технике.

Ключевые слова: тугоплавкие материалы, техника.

Анотація: Метою роботи було вивчення тугоплавких матеріалів. Використання їх в промисловості. Вивчення псевдосплавів на основі W, V, Cr, Mo. Вивчення фізичних і хімічних властивостей тугоплавких металів. Застосування псевдометаллов в техніці.

Ключові слова: тугоплавкі матеріали, техніка

Abstract: The aim of the work was to study refractory materials and their use in industry. Study of pseudo alloys based on W, V, Cr, Mo. Study of the physical and chemical properties of refractory metals. Application of pseudo-metals in engineering.

Key words: refractory materials, equipment.

Тугоплавкие металлы – это класс металлов, имеющих высокую температуру плавления. Границей, отделяющей тугоплавкие металлы от остальных, условно принята температура 1650°C. Тугоплавкие металлы располагаются в IV – VII группах таблицы Менделеева [1].

До недавнего времени тугоплавкие металлы — ванадий, хром, ниобий, тантал, молибден и вольфрам применялись главным образом для легирования сплавов на основе таких металлов, как железо, никель, кобальт, алюминий, медь, и в очень ограниченном количестве в других областях промышленности, например, в электроламповой и химической промышленности. Для легирования было вполне достаточно иметь металлы с содержанием 1—2% примесей. Тугоплавкие металлы с таким содержанием примесей чрезвычайно хрупки и не пригодны для использования в качестве конструкционных материалов. Однако пластичность тугоплавких металлов возрастает с повышением их чистоты, и проблема их применения в качестве конструкционных материалов стала вполне реальной после разработки методов получения этих металлов с очень малым содержанием примесей.

Тугоплавкие металлы получают обычно восстановлением их солей или окислов активными металлами или водородом, а также электролизом. Ванадий получают восстановлением его пятиоксида кальцием или треххлористого ванадия магнием или кальцием. Наиболее чистый ванадий получают йодидным способом, а также электролитическим рафинированием в расплавленных солях. Простым способом получения достаточно чистого хрома является электролитическое осаждение его из водных растворов. Электролитический хром содержит, однако, довольно значительные количества кислорода и водорода. Весьма чистый хром получают йодидным методом, а также вакуумной дистилляцией и водородным рафинированием технически чистого хрома [2].

Физические свойства. Температура плавления этих элементов самая высокая, исключая углерод и осмий. Данное свойство зависит не только от их свойств, но и от свойств их сплавов. Металлы имеют кубическую сингонию, исключая рений, у которого она принимает вид гексагональной плотнейшей упаковки. Большинство физических свойств элементов в этой группе существенно различается, потому что они являются членами различных групп [6]. Сопротивление к деформации ползучести (англ.) является определяющим свойством тугоплавких металлов. У обычных металлов деформация начинается с температуры плавления металла, а отсюда деформация ползучести – в алюминиевых сплавах начинается от 200 °С, в то время как у тугоплавких металлов она начинается от 1500 °С. Это сопротивление к деформации и высокая температура плавления позволяет тугоплавким металлам быть использованными, например, в качестве деталей реактивных двигателей или при ковке различных материалов.

Химические свойства. На открытом воздухе подвергаются окислению. Эта реакция замедляется в связи с формированием пассивированного слоя. Оксид рения является очень неустойчивым, потому что при пропускании плотного потока кислорода его оксидная плёнка испаряется. Все они относительно устойчивы к воздействию кислот [3,6].

Основная область применения сплавов тугоплавких металлов – элементы конструкций высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов и термоядерных реакторов, в перспективе они могут быть использованы в космических аппаратах с ядерными источниками энергии, в электрических термопарных и других устройствах. Хорошо известна ведущая роль вольфрама, как материала для нитей накаливания ламп и тантала, как материала для конденсаторов. В ряде специальных конструкций используют так называемые псевдосплавы – композиционные материалы, состоящие из взаимно нерастворимых компонентов с разной температурой плавления. Предварительно спеченный из порошка вольфрама пористый каркас пропитывают при температуре 1200 – 1250 °С с жидкой

металлической составляющей композиции – медью или серебром. Для повышения сопротивления окислению проводят хромирование пористых псевдосплавов W – Cu и W – Ag и применяют в ракетной технике и электротехнике. Из них изготавливают сопловые вкладыши ракетных двигателей, работающих на твердом топливе, и ряд других деталей, эксплуатируемых в условиях воздействия мощных тепловых потоков. Плавление и испарение сравнительно легкоплавкой меди сопровождается значительным поглощением тепла, предупреждающим перегрев тугоплавкого вольфрамового каркаса. Пока в порах содержится жидкий металл, температура псевдосплава не может подняться выше его температуры кипения независимо от величины теплового потока, действующего на материал. Из псевдосплавов W – Cu и W – Ni – Cu изготавливают контакты для высоковольтных выключателей, работающих в неокислительной среде или масле, электроды контактных сварочных машин для сварки тугоплавких и цветных металлов, газоохлаждаемые сопла и межэлектродные вставки мощных сварочных, плазмохимических и металлургических плазмотронов. Пористые сопла для сварочных плазмотронов из вольфрам-медных псевдосплавов с пористостью 50 %, содержащих 10 % (объемн.) Cu, при токе 200 А в течение 10 мин работы почти не теряют массу, тогда как масса сопел из одного пористого вольфрама уменьшается на 2,2 %. Повышенная стойкость пористых псевдосплавов связана с образованием на рабочих поверхностях пленки оксида меди, защищающей вольфрам. Из псевдосплавов W – Ag изготавливают электроконтакты для сварочных машин, световых выключателей, авиационного оборудования, стартеров, вибраторов, преобразователей тока. Для работы в вакууме можно использовать самосмазывающиеся подшипники, спеченные из вольфрамового порошка и пропитанные серебром, золотом, оловом, сплавом Вуда [4].

Сварка тугоплавких металлов и их сплавов. К тугоплавким металлам, используемым в сварных конструкциях, относятся титан, цирконий, ванадий, ниобий, тантал, молибден, вольфрам и др. К трудностям сварки этих металлов и их сплавов относятся: 1) высокая химическая активность по отношению к атмосферным газам как в расплавленном состоянии, так и в твердом при повышенных температурах; 2) склонность к образованию пор; 3) склонность к образованию трещин [1,5]. Сочетание сталей с другими тугоплавкими металлами и тугоплавких металлов между собой также часто встречается в технике. Тантал и ниобий по свойствам близки к титану и при сварке с ним образуют твердые растворы без хрупких соединений. Ниобий удовлетворительно сваривается с медью и медными сплавами, с которыми образует ограниченные растворы. Тантал с медью растворов и соединений не образует. Однако обычно в качестве вставок применяют бронзу. Ниобий хорошо сваривается с ванадием и цирконием. При сварке ниобия с никелевыми сплавами образуются трещины

Тези доповідей 53-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів
“Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі” // Одеса: ОНПУ, 2018,
вип. 53

рекомендується их сварка через палладий. Трудности получения сварных соединений тугоплавких металлов со сталями и сплавами обусловлены также хрупкостью тугоплавких металлов после нагрева выше температуры рекристаллизации и их высокой химической активностью при нагреве до температур выше 573 К. [5].

Выводы: в ходе работы изучены химические и физические свойства тугоплавких металлов и область их применения и в технике.

Литература

1. Савицкий Е. М. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов / Е. М. Савицкий, Г. С. Бурханов ; АН СССР. Ин-т металлургии им. А. А. Байкова. - Москва : Наука, 1967. – 323 с.
2. <http://metal-archive.ru/metallurgiya-chistyh-metallov/2238-svoystva-i-oblasti-primeneniya-chistyh-tugoplavkih-metallov.html>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Тугоплавкие_металлы
4. <http://uas.su/books/newmaterial/8/razdel8.php>
5. <http://mash-xxl.info/info/301572/>
6. Туманова А.Т. Тугоплавкие материалы в машиностроении. / А.Т. Туманова К.И. Портнова; АН СССР. Изд-во «машиностроение» - 30 л. 1967.