

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КАЛЬЦИЕТЕРМИЧЕСКОГО ГАФНИЯ

*А.А.Афанасьев (Минэнерго, г. Киев, Украина), К.В.Ковтун, П.Н.Вьюгов, И.М.Неклюдов (ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, г. Харьков, Украина),
А.П.Мухачев (ГНПП, "Цирконий", г. Днепродзержинск, Украина)*

В работе представлены результаты экспериментов по получению прутков из кальциетермического гафния. Изучены их механические свойства в деформированном и отожженном состоянии. Показано, что при выбранной схеме деформации текстура по сечению прутка от центра к периферии практически не меняется.

Единственным производителем гафния в Украине на сегодняшний день является ГНПП «Цирконий». Металлический гафний получают путем восстановления тетрафторида гафния кальцием. Черновые слитки гафния диаметром 500 мм после кальциетермического восстановления подвергают двойному электронно-лучевому переплаву. После переплава получают слитки диаметром 150 мм и длиной до одного метра. Химический состав слитков соответствует ТУ У 14312708.183-95. Содержание кислорода менее 0,05%.

До последнего времени практически все слитки гафния закладывали в отраслевой резерв. Особых требований к качеству и структуре слитков не предъявляли. Однако перспектива использования гафния в качестве поглощающего материала заставляет пересмотреть требования к слиткам кальциетермического гафния сорта ГФЭ-1.

Предварительные исследования слитков диаметром 150 мм показали, что слитки имеют крупнокристаллическую структуру, размер зерен по сечению и высоте слитка изменяется от 7 до 45 мм.

С целью уменьшения разнотерности слитков и дополнительного рафинирования от кислорода слитки подвергали электронно-лучевому переплаву в кристаллизатор диаметром 90 мм. Такие слитки имели зерно от 5 до 15 мм. Содержание кислорода на уровне 0,04%. Твердость слитков в исходном состоянии 2050 МПа. В некоторых образцах методом ультразвуковой дефектоскопии были выявлены неслитины на перифе-

рии слитка. По всей видимости, это связано с тем, что установки электронно-лучевой плавки оснащены щелевыми пушками, которые не позволяют при диаметре кристаллизатора 90 мм равномерно проплавлять металл. Эти слитки были использованы как исходный материал для дальнейших исследований. Первоначально слитки ковали при температуре 1000°C на воздухе. Однако, как показали исследования прутков прокованных на диаметр 32 мм, микротвердость по сечению прутка от середины к периферии увеличивается от 1870 до 2150 МПа. Это увеличение микротвердости было вызвано насыщением гафния кислородом, что и подтвердилось при послойном анализе содержания кислорода. Содержание кислорода увеличивалось с 0,04% в исходном состоянии до 0,08% в двух миллиметрах от поверхности. По этой причине мы отказались в дальнейшем отковки и горячей обработки на воздухе без чехлов

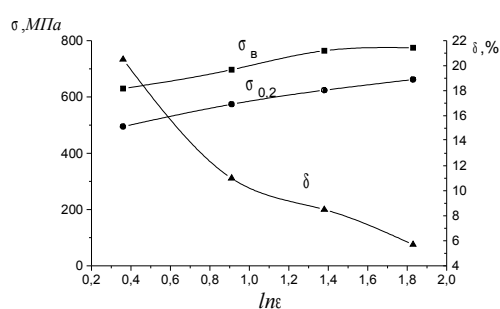


Рис. 1. Зависимость механических свойств выданного гафния от логарифма деформации в исходном состоянии

Слитки диаметром 90 мм подвергали выдавливанию и механотермической обработке. Ранее полученные результаты исследований структуры, текстуры и свойств были нами доложены на 11 межгосударственной конференции по физике радиационных явлений и радиационному материаловедению [1-2]. Механические свойства деформированного гафния представлены на рис.1.

Предел прочности увеличивается с 610 до 750 МПа при увеличении степени деформации от 30 до 86%. Пластичность при этом снижается до 5%. После отжига предел прочности снижается до 550 МПа, а пластичность при этом увеличивается до 23%.

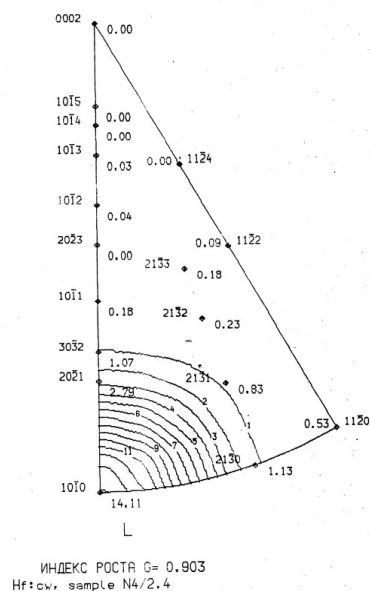


Рис.2. Зависимость текстуры от расстояния от центра прутка

Исследована зависимость текстуры от месторасположения по сечению прутка, (рис.2.) Текстура как в центре, так и на периферии прутка практически не отличается. Это, на наш взгляд, должно играть положительную роль при радиационном росте изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ажажа В.М., Ковтун К.В., Вьюгов П.Н., Карлина З.Г., Мухачев А.П. Структура и свойства выдавленного гафния. // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 1998. Вып.3(69), 4(70). С. 82-83.

2. Ажажа В.М., Воеводин В.Н., Ковтун К.В., Бородин О.В., Брык В.В. Изучение микроструктуры деформированного гафния // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 1998. Вып.5(71). С. 82-83.