

ПРОЧНОСТЬ И ХРУПКОСТЬ ДОДЕКАБОРИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЦИРКОНИЯ

Одинцов В.В., Корень Е.В.⁽¹⁾

Херсонский государственный университет, Херсон, ул. 40 лет Октября, 27, 73013, Украина,
V.1tsov@mail.ru;

⁽¹⁾Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, ул. Розы Люксембург, 23,
73006, Украина, koren2205@yandex.ua

Техника, производство постоянно требуют новые материалы с комплексом свойств. Среди важных научных, да и практических задач, можно выделить разработку методов повышения и получения боридных фаз с повышенной пластичностью, что позволит существенно расширить области использования их на практике.

Известно, что формирование структуры сопровождается изменением физических свойств соединений.

Среди современных материалов можно выделить изоморфную группу додекаборидов редкоземельных металлов со структурой типа UB_{12} : YB_{12} , TbB_{12} , DyB_{12} , HoB_{12} , ErB_{12} , TmB_{12} , YbB_{12} , LuB_{12} , ZrB_{12} , UB_{12} , механические свойства которых не изучены.

Настоящая работа ставит своей задачей изложить результаты исследований относительно микротвердости, основных механических характеристик, хрупкости и пластичности додекаборидных фаз в сравнении с таковыми для чистого бора и некоторых тугоплавких соединений типа MeB , MeB_2 , MeB_4 , MeB_6 , MeB_{12} .

Структуру типа UB_{12} – додекаборид можно вывести из структуры $NaCl$, где наблюдается два типа расстояний В-В, из которых В-В внутри кубооктаэдров длиннее (1,809 Å), чем экстремальные расстояния В-В (1,678 Å), расстояние $Me-B \approx 2,771$ Å.

Перед тем как экспериментально исследовать механические свойства додекаборидов нами были выполнены расчеты значений указанных величин по известным формулам для тугоплавких соединений (формула Френкеля, формула Францевича, формула Кестера и Францевича) [1].

После этого, учитывая размеры образцов додекаборидов, нами статическим методом для призматической балки прямоугольного сечения, защемленной с одного конца, дополненным зеркальным угломером, и динамическим методом получены экспериментальные значения модуля Юнга.

Полученные (расчетные и экспериментальные) значения механических констант додекаборидов численно практически совпали и оказались значительно меньше, чем у чистого бора и других боридных фаз, хотя во многих литературных источниках утверждается, что в ряду $MeB_2 \rightarrow MeB_4 \rightarrow MeB_6 \rightarrow MeB_{12}$ происходит нарастание жестких ковалентных связей, что должно приводить к повышению значений механических параметров. При этом, по-видимому, не учитывается роль металлического атома в структуре додекаборида. Эти внедренные атомы существенно изменяют величины связей между атомами бора, они между группами B_{12} увеличиваются с $1,68 \cdot 10^{-10}$ м до $1,793 \cdot 10^{-10}$ м, т.е. сила связи между группами B_{12} в MeB_{12} уменьшается, а редкоземельные атомы вообще слабо связаны как с борной подрешеткой, так и друг с другом (длины связей соответственно $2,788 \cdot 10^{-10}$ м ($Me-B$) и $5,302 \cdot 10^{-10}$ м ($Me-Me$)), что и должно приводить к снижению значений механических характеристик додекаборидов в сравнении с чистым бором и другими боридными фазами. Атомы редкоземельных металлов «разрыхляют» кластерный каркас бора в додекаборидных фазах.

Исследования авторов относительно хрупкости (по $\sqrt{u^2}$, $m\theta^2$ и сколам – суммарный балл хрупкости) [2] применить нет возможности.

Это позволяет сделать вывод, что додекабориды редкоземельных металлов должны характеризоваться меньшими значениями хрупкости, чем приведенные гексаборидные фазы и бор.

Литература

1. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. ГИТТЛ, 1959.
2. Самсонов Г.В., Нешпор В.С., Хренова Л.М. Твердость и хрупкость металлоподобных соединений // Физика металлов и металловедение. Т.3, вып.4, 1959. – С.622-683.