

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИГАТУРНОГО СПЛАВА ZR-AL-NB-TA

Агафонов С.Н., Русских А.С., Пономаренко А.А.

*Институт металлургии УрО РАН,  
620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 101  
e-mail: AgafonovS@yandex.ru*

Сплавы, легированные редкими металлами (суперсплавы), находят широкое применение в технологиях ракетной и авиационной техники.

Ограниченность имеющихся в литературе сведений о физико-химических свойствах Zr – Al сплавов, содержащих редкие тугоплавкие (Nb, Ta) элементы, в частности, о плотности и поверхностном натяжении, не позволяет в полной мере совершенствовать способы получения таких сплавов и лигатур и переработку металлоотходов. Например, исследование поверхностных характеристик и плотности актуально для металлотермических процессов. При этом поверхностное натяжение и плотность не только влияют на разделение металлической и оксидной фаз, но и являются свойствами, позволяющими судить о структуре расплава. Сложные металлотермические процессы, как правило, многостадийны и протекают на межфазных границах. Поэтому в настоящей работе выполнено изучение влияния добавок ниобия и тантала на поверхностное натяжение ( $\sigma$ ) и плотность ( $\rho$ ) сплавов Zr-Al, что необходимо для оценки межфазных свойств.

Изучение физико-химических свойств сплавов Zr-Al показало, что увеличение в сплаве концентрации ниобия и тантала влияло на рост поверхностного натяжения и плотности. Добавление Ta способствовало максимальному увеличению значения поверхностного натяжения, при одновременном добавлении 5% Ta и 5% Nb, а также 5% V наблюдалось незначительное изменение  $\sigma$ . Зависимости поверхностного натяжения от температуры имели линейный характер. При этом значения температурных коэффициентов изменялись незначительно.

Исследование плотности показало, что базовый сплав Al-Ti имеет самую низкую плотность. С ростом температуры не наблюдается значительного изменения плотности для большинства сплавов. Наиболее существенное снижение плотности при нагреве происходит при добавлении в сплав тантала.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00104*