

О проектировании многокомпонентных суперсплавов

Мельниченко В.В., Астрашаб Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Современная аэрокосмическая техника предъявляет очень высокие требования к используемым материалам. К стандартным требованиям легкости и высокой прочности зачастую прибавляется и жаропрочность. Например, в газотурбинных и ракетных двигателях температура превышает 1000°C, и в этих условиях материалу надо работать при экстремальных механических нагрузках. Температура в газотурбинных установках постоянно растет, и потому теплофизики разрабатывают новые соединения, которые должны заменить никелевые суперсплавы. Обычные металлы и сплавы с такой задачей не справляются. Возникает потребность в новом классе твердых, нехрупких, коррозионно- и износостойчивых, а самое главное — жаропрочных материалов. Исследователи из Университета Тохоку (Япония) разработали два новых класса суперсплавов, свойства которых значительно превосходят характеристики никелевых соединений. Японские ученые заметили, что суперсплавы на базе кобальта в сочетании с алюминием, вольфрамом и танталом (например, Co–8,8Al–9,8W–2Ta) а также на базе иридия (Ir–10Al–10W) имеют не только более высокие температуры размягчения, но и большую твердость, чем традиционные промышленные никелевые суперсплавы. Ученые Европейского космического агентства (ESA) разработали авиационный суперсплав, который вдвое легче, чем обычные суперсплавы на основе никеля, при аналогичных качественных показателях. Интерметаллическое соединение аллюминида титана с такими характеристиками получено в условиях гипергравитации. Новый сплав выдерживает температуру до 800 градусов по Цельсию и обеспечит снижение веса лопаток реактивных турбин на 45% по сравнению с традиционными материалами. По данным ESA, снижение веса самолета на 1% дает экономию топлива в 1,5%, что, соответственно, снижает затраты авиакомпаний и вред, наносимый окружающей среды. Новый класс металлических сплавов обладает уникальным сочетанием необычных и полезных качеств — это крепкие, устойчивые к нагреву, гибкие и эластичные материалы. Они состоят из титана, циркония, ванадия, ниобия и тантала — элементов, относящихся к так называемым переходным металлам. А необходимая "приправа" к смеси — небольшое количество кислорода. Получение сплава с заданными заранее свойствами требует проведения огромного числа опытов. В ряде случаев количество опытов можно существенно сократить, применив технологию активного эксперимента, применив метод симплексного планирования.