

УДК 621.7.011

## АНИЗОТРОПИЯ В ТИТАНОВЫХ СПЛАВАХ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Сабирзянова Ирина Тимуровна

*Студент 6 курса<sup>1</sup>,*

*кафедра «Технологии обработки давлением»*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: Ю.В. Майстров,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки давлением»*

Проявление неоднородности свойств в листах титановых сплавов остается актуальной проблемой, которую надо учитывать при разработке технологии изготовления деталей из данного материала. Особенно ярко выраженную анизотропию можно наблюдать в сплавах на основе альфа-фазы (альфа и псевдо-альфа), так как они имеют гексагональную плотноупакованную (ГПУ) кристаллическую решетку.

В операциях листовой штамповки нередко используют нагрев заготовок из титановых сплавов для повышения пластичности и уменьшения влияния пружинения. Однако возникает вопрос, остается ли анизотропия при нагреве материала и насколько ярко она проявляется при повышенных температурах.

Этому исследованию и посвящена данная работа. Для изучения был выбран псевдо-альфа сплав марки ОТ4-1. Изготовление деталей несложной формы из данного материала осуществляется при комнатной температуре и при необходимости возможен нагрев в диапазоне от 500 до 700 °С.

По ИСО 10113-2014 для определения коэффициентов анизотропии образцы из плоскости листа должны быть вырезаны под разными углами относительно направления проката – 0°, 45°, 90°. Геометрия образцов соответствовала ГОСТу 9651-84 по методу испытаний на растяжение при повышенных температурах.

Для проведения экспериментов была выбрана испытательная машина УТС-111.2-250-22, оснащенная системой температурных испытаний СТИ ТС-2 и высокотемпературной печью. С помощью специальных захватов образцы закреплялись в рабочем пространстве машины, нагревались в печи до определенной температуры и растягивались с заданной скоростью деформации.

После проведения испытаний были проведены измерения образцов. По ИСО 10113-2014 находят коэффициенты плоскостной анизотропии или  $r$ -коэффициенты по следующей формуле

$$r = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_a},$$

где  $\varepsilon_b$  – истинная пластическая деформация по толщине;  $\varepsilon_a$  – истинная пластическая деформация по ширине.

После определения коэффициентов их ввели в математическую модель материала программного комплекса QForm, используя для этого условие пластичности Хилла-Мизеса. Таким образом, при расчете будет учитываться неоднородность свойств. Далее была выполнена апробация и получена необходимая сходимость в результатах моделирования и эксперимента, что позволяет считать модель материала адекватной. Данное заключение дает возможность использовать модель в расчетах в процессе разработки технологии изготовления различных деталей.

### Литература

1. *Ю.Н. Логинов, В.В. Котов.* Проявление анизотропии в процессах деформации альфа-сплавов титана: учебное пособие. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. – 189 с.
  2. *А.А. Ильин, Б.А. Колачёв, И.С. Полькин.* Титановые сплавы. Состав, структура, свойства. Справочник. – М.: ВИЛС-МАТИ, 2009. – 520 с.
  3. ГОСТ 9651-84
  4. ИСО 10113-2014
-