

УДК 621.7

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТИТАНОВЫХ КОЛЕЦ

Артем Игоревич Алимов

Аспирант 1 года обучения,  
кафедра «Технологии обработки давлением»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: С.А. Евсюков,  
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Технологии обработки давлением»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Одними из важнейших деталей в двигателестроении являются кольца газотурбинных двигателей (ГТД), служащие, в основном, соединительными элементами. Кольца ГТД являются особо ответственными деталями, т.к. выход хотя бы одного кольца из строя может привести к поломке всего двигателя, т.е. аварийной ситуации.



Рис. 1. Модель детали «Кольцо»

Деталь «Кольцо» изготавливается из двухфазного титанового деформируемого сплава ВТ-6 (Ti-6Al-4V), который обладает высокими прочностными и жаропрочными свойствами, высокой коррозионной стойкостью и хорошей технологичностью.

Существующая технология изготовления детали «Кольцо» имеет ряд недостатков, в частности, одним из недостатков являются низкие показатели механических свойств и их нестабильность, что может быть связано с особенностями микроструктуры, получаемой в процессе термомеханической обработки.

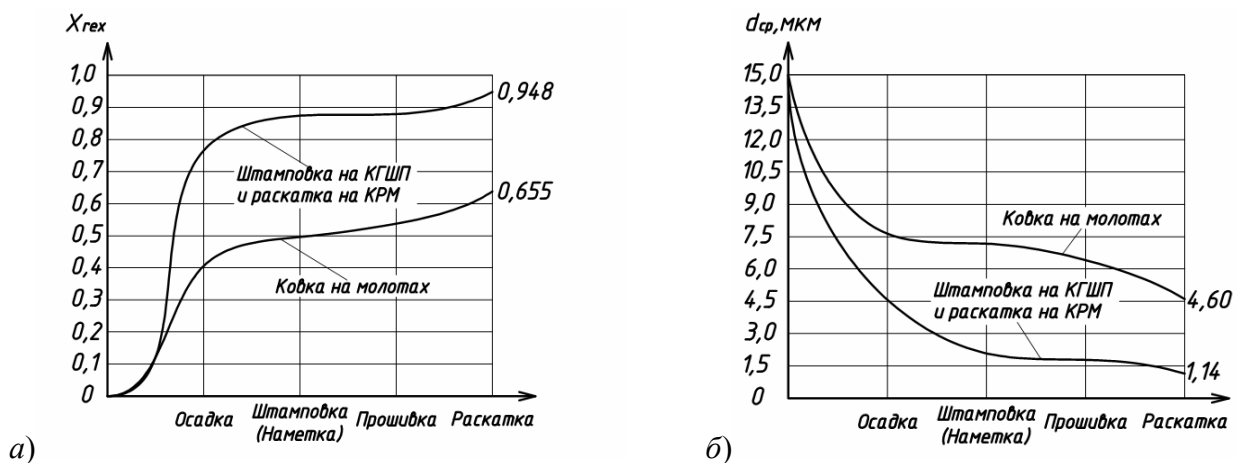


Рис. 2. Сравнительные графики изменения объемной доли глобулярной структуры (а) и среднего размера зерна  $\alpha$ -фазы по переходам (б)

Моделирование проводилось в программном комплексе Deform 3D.

Для исследования эволюции микроструктуры использовалась модель глобуляризации титанового сплава VT6 по Джонсону-Мейлу-Аврами-Колмогорову, полученная в работе [1].

На рис. 2 показаны графики изменения объемной доли глобулярной структуры и среднего размера зерна  $\alpha$ -фазы по переходам. Видно, что предложенный процесс позволяет получать поковки с требуемой микроструктурой.

К сожалению, в данное время не существует математических моделей динамической, статической и метадинамической рекристаллизации многих сплавов, в том числе титановых, а также стандартных методик для их получения. Кроме того, кривые упрочнения многих сплавов содержат узкий диапазон температур, степеней деформации и скоростей деформации. Это не позволяет проводить комплексные исследования технологических процессов с целью повышения качества и долговечности получаемых поковок и разрабатывать процессы получения новых деталей.

### Литература

1. *N. V. Lopatin, O. N. Maradudina, and G. S. D'yakonov*, "Analysis of the Structure Formation and Properties of the VT6 Alloy during Upsetting of the Symmetrically Truncated Conical Billets". - Russian Journal of Non Ferrous Metals, 2011. - Vol. 52, No. 1. - 33–38.

2. *Чечулин Б.Б., Ушаков С.С.* Титановые сплавы в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1977. – 248с.