

УДК 53.088: 620.179.14

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕРМООБРАБОТАННЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК

С. О. НИКИФОРОВИЧ¹, В. Е. АНТОНЮК²

¹ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ»
Жодино, Беларусь

²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Кольцевые заготовки востребованы при производстве дисков турбин, крупногабаритных подшипников, специальных зубчатых колес и других ответственных изделий. Особенности кольцераскатки приводят к возникновению остаточных напряжений. Кроме высоких требований к точности геометрических размеров, структуре и механическим свойствам материала, важно изготовление кольцевых заготовок стабильной формы и без остаточных напряжений.

Проведен анализ путей снижения остаточных напряжений и последующей стабилизации размеров кольцевых заготовок для изделий с большой эксплуатационной надежностью.

Необходимость стабилизации кольцевых заготовок обусловлена свойством металлических изделий самопроизвольно менять форму и размеры при длительной эксплуатации. Оно является следствием нестабильности фазового и структурного состояния материала; релаксации остаточных внутренних напряжений, возникающих при технологических операциях горячей и холодной обработки, при длительном хранении и эксплуатации; микроползучести под действием нагрузок. Устранение влияния этих факторов на самопроизвольное изменение форм и размеров является важным требованием к кольцевым заготовкам для изготовления ответственных изделий с высокой эксплуатационной надежностью.

Кольцераскатку проводят в диапазоне температур от 1200 °С до 950 °С. Ее особенностью является локальная зона деформирования кольца осевыми и радиальными роликами (рис. 1).



Рис. 1. Искажение малогабаритного кольца при кольцераскатке

Остальная зона кольца при кольцераскатке находится в свободном состоянии и, особенно у маложестких колец, возникает существенное искажение формы кольца (см. рис. 1) – образование овальности кольца вследствие разных условий контакта кольца с главным и дорновым валками. Горячее кольцо после кольцераскатки имеет размеры, отличные на 1,2 %...1,5 % от холодного кольца. Температура на поверхности кольца – около 950 °С, внутри кольца – 1000 °С, у нижнего торца – 680 °С. При таком перепаде температур возникают остаточные напряжения на горячем кольце после кольцераскатки. При дальнейшем охлаждении и температурной усадке кольца остаточные напряжения возрастают.

Для большинства кольцевых заготовок ответственных изделий термическая обработка выполняется поставщиком кольцевых заготовок по согласованным требованиям к структуре, твердости и геометрической точности. Вид термической обработки зависит от материала заготовок. Термические методы в качестве стабилизирующей обработки устраняют остаточные напряжения, но приводят к разупрочнению материала и снижению сопротивления микропластическим деформациям. Поэтому термическая обработка не всегда и не полностью решает проблему снятия остаточных напряжений и стабилизации геометрических параметров сложных и ответственных изделий.

Проведен анализ причин возникновения погрешности формы и остаточных напряжений при изготовлении кольцевых заготовок в процессе кольцераскатки и термической обработки. Дана оценка возможностей разных способов стабилизации формы и снижения остаточных напряжений при изготовлении кольцевых заготовок ответственных изделий машиностроения: экспандирования, термической, термомеханической, вибрационной и ультразвуковой обработок. На основании проведенного анализа предложено стабилизацию формы и снижение остаточных напряжений ответственных изделий машиностроения проводить за счет применения циклического нагружения [1] после кольцераскатки и термической обработки. Определены конструктивная схема и силовые параметры устройства для стабилизации кольцевых заготовок на основе использования двухрычажного рычажно-шарнирного механизма [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Антонюк, В. Е.** Динамическая стабилизация в производстве маложестких деталей / В. Е. Антонюк. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 190 с.
2. **Антонюк, В. Е.** Динамическая стабилизация маложестких колец после кольцераскатки / В. Е. Антонюк, С. Г. Сандомирский // Механика машин, механизмов и материалов. – 2020. – № 3 (52). – С. 34–41.