

УДК 620.179.16

КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ТРУБАХ В ПРОЦЕССЕ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Алифанова И.Е. (Университет ИТМО),

Консультант – д.т.н., Федоров А.В.

(Университет ИТМО)

Разработана методика ультразвукового контроля остаточных напряжений в специальных трубах. Проведена экспериментальная апробация разработанной методики на разных этапах механической обработки специальных труб, до и после автофретирования. Установлена зависимость между результатами измерений остаточных напряжений, действующими в материале специальных труб, и их отклонением от прямолинейности.

Введение. Контроль остаточных напряжений в ответственных узлах дорогостоящих изделий из специальных материалов в судостроении, авиастроении, ракетостроении и в других областях промышленности является актуальным, так как превышение предельного уровня остаточных напряжений может привести не только к недопустимой деформации, но и к разрушению изделий [1 – 7].

Изготовление специальных труб – сложный технологический процесс, включающий такие технологические операции, как ковка, центробежное литье, мехобработка, термообработка, правка и др [8 – 10]. Каждая технологическая операция оказывает свой вклад в напряженно-деформированное состояние готового изделия, приводя в конечном итоге к недопустимой деформации специальных труб, отклонению их от прямолинейности. Контроль остаточных напряжений в материале специальных труб после проведения разных технологических операций может способствовать анализу причин возникновения остаточных напряжений в готовом изделии и, возможно, корректировке технологического процесса их производства. Кроме того, применение методики неразрушающего контроля остаточных напряжений необходимо при планировании и оценке эффективности мероприятий по снижению остаточных напряжений.

Основная часть. В результате проведенных исследований разработана методика ультразвукового контроля остаточных напряжений в специальных трубах, обеспечивающая:

- выявление зон концентраций остаточных напряжений в специальных трубах;
- оценку распределения остаточных напряжений в материале специальных труб по их длине и в отдельных сечениях;
- оценку распределения остаточных напряжений по поверхности и по толщине специальных труб;
- оценку вклада в распределение остаточных напряжений отдельных технологических операций при производстве специальных труб.

Проведена экспериментальная апробация разработанной методики неразрушающего контроля остаточных напряжений в специальных трубах на разных этапах механической обработки специальных труб, до и после автофретирования.

Результаты экспериментальной апробации разработанной методики показали, что разработанная методика позволяет оценивать вклад отдельной технологической операции в напряженно-деформированное состояние изделия. Полученные результаты согласуются с анализом причин возникновения остаточных напряжений на разных этапах технологического процесса, согласно которому в результате механической обработки вносится значительная геометрическая неоднородность, которая может служить причиной возникновения остаточных напряжений, а в результате автофретирования на поверхности изделия возникают растягивающие напряжения, а в слоях вблизи внутреннего канала – сжимающие.

В результате экспериментальной апробации разработанной методики установлена зависимость между результатами измерений остаточных напряжений, действующими в материале специальных труб, и их отклонением от прямолинейности.

Выводы. Разработана методика ультразвукового контроля остаточных напряжений в специальных трубах, которая прошла успешную апробацию. Внедрение разработанной методики в производство специальных труб обеспечит требуемое качество специальных труб на основе результатов контроля остаточных напряжений, действующих в материале специальных труб, на разных этапах их изготовления.

Список использованных источников:

1. Биргер И.А. Остаточные напряжения. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1963 г.
2. Колмогоров Герман Леонидович, Кузнецова Елена Владимировна, Хабарова Диана Релаксация остаточных напряжений и точность трубных металлоизделий // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2018. №3.
3. Зайдес Семен Азикович, Нгуен Ван Хуан Влияние остаточных напряжений на изгибную жесткость длиномерных валов // Вестник ИрГТУ. 2015. №9 (104).
4. Withers, P J. Residual stress and its role in failure // Reports on Progress in Physics. 2007. №11. P.27.
5. Колмогоров Г.Л., Кузнецова Е.В., Хабарова Д.В. Остаточные напряжения и предельная деформируемость при волочении осесимметричных металлоизделий // Известия ТулГУ – 2015. – № 10.
6. Злыгостев И.В., Кузнецова Е.В., Колмогоров Г.Л. Влияние остаточных напряжений на точность и прямолинейность осесимметричных заготовок после обработки металлов давлением // Прикладная математика, механика и процессы управления – 2015. - № 1. – С. 56-60.
7. Колмогоров Г.Л., Кузнецова Е.В., Полетаева А.Ю. Деформативность металлов при определении технологических остаточных напряжений в трубах // Вестник ПНИПУ. – 2012. - № 1. С. 43- 50.
8. Розов Ю.Г. Новые технологии изготовления прецизионных трубчатых изделий с профилированной внутренней поверхностью // Вестник Херсонского национального технического университета. 2014. №4 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tehnologii-izgotovleniya-pretsizionnyh-trubchatyh-izdeliy-s-profilirovannoy-vnutrenney-roverhnostyu> (дата обращения: 23.09.2022).
9. Лавров А. Ф., Яковлев С. С., Драбик А. Н. Применение процессов ротационной вытяжки для изготовления осесимметричных деталей // Известия ТулГУ. Технические науки. 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-protseessov-rotatsionnoy-vytyazhki-dlya-izgotovleniya-osesimmetrichnyh-detaley> (дата обращения: 23.09.2022).
10. Пат. RU2699199C1 Российская Федерация, МПК F41A 21/00, B23B 39/02 Способ изготовления стволов артиллерийских орудий/ Соколов А.В., Галкин В.В., Наседкин В.В.; патентообладатель Акционерное общество «Завод № 9» (АО «Завод № 9»). - № 2018131039; заявл. 29.08.2018; приоритет 29.08.2018; опубл. 03.09.2019 Бюл. № 25. – 13 стр.

Алифанова И.Е. (автор)

Федоров А.В. (консультант)