

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

С. П. Буркин, Г. В. Шимов, Е. А. Андрюкова

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Допущено
учебно-методическим объединением по образованию
в области металлургии в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению «Металлургия»

2-е издание, стереотипное

Москва
Издательство «ФЛИНТА»
Издательство Уральского университета
2017

УДК 621.77.01(075.8)

ББК 34я-18я73

Б91

Рецензенты:

кафедра подъемно-транспортного оборудования Российского государственного профессионально-педагогического университета (проф., д-р техн. наук В. В. Каржавин);
начальник Центра исследований и разработок ОАО «Первоуральский новотрубный завод», канд. техн. наук А. В. Серебряков

Буркин, С. П.

Б91 Остаточные напряжения в металлопродукции [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. П. Буркин, Г. В. Шимов, Е. А. Андрюкова. — 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 248 с.

ISBN 978-5-9765-3056-0 (ФЛИНТА)

ISBN 978-5-7996-1506-2 (Изд-во Урал. ун-та)

Приведен обзор описанных в литературе работ в области остаточных напряжений в металлах. Рассмотрены общие вопросы, касающиеся остаточных напряжений в металлопродукции различных видов. Описаны методы измерения, расчета, управления величиной остаточных напряжений. Представлены некоторые новые разработки в области методик снижения остаточных напряжений в металлопродукции.

Предназначено для студентов (бакалавров и магистров), обучающихся по направлениям УГН 22.00.00 — Технологии материалов, 150400 — Metallurgy.

Библиогр.: 112 назв. Табл. 8. Рис. 50.

УДК 621.77.01(075.8)

ББК 34я-18я73

ISBN 978-5-9765-3056-0 (ФЛИНТА)

ISBN 978-5-7996-1506-2 (Изд-во Урал. ун-та)

© Уральский федеральный университет, 2015

Оглавление

Об авторе.....	5
Памяти Сергея Павловича Буркина	6
Введение	9
1. Природа остаточных напряжений. Классификация	12
2. Влияние остаточных напряжений на эксплуатационные свойства металлоизделий.....	33
3. Экспериментальные методы определения наличия и уровня остаточных напряжений в металлоизделиях	49
3.1. Химические методы анализа остаточных напряжений	51
3.2. Механические методы анализа остаточных напряжений... ..	58
3.3. Рентгенографические методы определения остаточных напряжений в металлах.....	105
3.4. Поляризационно-оптический метод (метод фотоупругости)	121
3.5. Метод оптически чувствительных покрытий.....	124
3.6. Метод голографической интерферометрии	124
3.7. Метод электронной спекл-интерферометрии	128
3.8. Акустические методы.....	130
3.9. Метод твердости.....	137
3.10. Магнитные методы.....	142
4. Теоретическое описание распределения остаточных напряжений в объеме металлоизделий	144
4.1. Теорема о разгрузке.....	144
4.2. Метод решения связанных задач термоупругопластичности	151
4.3. Конечно-элементная постановка задачи определения остаточных напряжений в холоднодеформированных трубах и прутках	166

5. Остаточные напряжения в холоднодеформированных проволоке, прутках и трубах и влияние параметров обработки.....	178
5.1. Остаточные напряжения в проволоке	178
5.2. Остаточные напряжения в трубах.....	193
6. Технологические приемы, направленные на снижение уровня и перераспределение остаточных напряжений в проволоке и трубах	198
6.1. Термические методы снижения остаточных напряжений	199
6.2. Механические методы снижения остаточных напряжений	213
6.3. Технологические приемы, направленные на снижение остаточных напряжений в холодноотянутых металлоизделиях	221
Заключение	238
Библиографический список	239