



A. В. Королев, А. А. Королев

ИСПРАВЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ МАЛОЙ ЖЕСТКОСТИ.

МИКРОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД

«Инфра-Инженерия» 

А. В. Королев, А. А. Королев

**ИСПРАВЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ И СТАБИЛИЗАЦИЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ
МАЛОЙ ЖЕСТКОСТИ.
МИКРОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД**

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2022

УДК 621.01
ББК 34.6
К68

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А. А. Игнатьев*;
доктор технических наук, профессор *А. Н. Васин*

Королев, А. В.

К68 Исправление погрешностей и стабилизация геометрических параметров изделий малой жесткости. Микродинамический метод : монография / А. В. Королев, А. А. Королев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 288 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0958-2

Приведены теоретические основы и исследование нового микродинамического метода, позволяющего исправлять погрешности геометрической формы, удалять остаточные напряжения и стабилизировать геометрические параметры мало жестких изделий. Рассмотрен механизм процесса релаксации остаточных напряжений в изделиях микродинамическим методом. Предложена математическая модель, позволяющая выявлять закономерности этого процесса и прогнозировать его результаты. Приведены результаты производственных испытаний данного метода при изготовлении некоторых видов изделий: деталей типа колец, валов, упругих пластин. Определена область применения метода и его технико-экономическая эффективность.

Для научных работников и специалистов промышленных предприятий, осуществляющих производство высокоточных мало жестких изделий.

УДК 621.01
ББК 34.6

ISBN 978-5-9729-0958-2

© Королев А. В., Королев А. А., 2022

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 8 |
| 1.1. Виды остаточных напряжений и их влияние на эксплуатационные свойства изделий | 8 |
| 1.2. Причины и механизмы образования остаточных напряжений и деформаций изделий | 10 |
| 1.3. Современные методы стабилизации геометрических параметров изделий и удаления остаточных напряжений | 15 |
| 1.4. Технические средства и механизм стабилизации геометрических параметров изделий виброобработкой | 20 |
| 1.5. Средства измерения и контроля остаточных напряжений и геометрических параметров изделий | 27 |
| 1.6. Результаты патентных исследований | 43 |
| Список литературы | 59 |
| ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОДИНАМИЧЕСКОГО МЕТОДА ИСПРАВЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ, РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И СТАБИЛИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ | 70 |
| 2.1. Механизм образования остаточных напряжений | 70 |
| 2.2. Механизм микродинамической обработки | 83 |
| 2.3. Математическое моделирование процесса микродинамической релаксации остаточных напряжений | 96 |
| 2.4. Метод исправляющей и стабилизирующей микродинамической обработки | 110 |
| 2.5. Моделирование механизма развития дефектов в виде стохастически расположенных в материале микротрещин | 127 |
| Список литературы | 144 |
| ГЛАВА 3. СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ МИКРОДИНАМИЧЕСКОГО МЕТОДА ОБРАБОТКИ | 146 |
| 3.1. Способы микродинамического метода обработки деталей типа колец | 146 |
| 3.2. Ультразвуковой способ микродинамической обработки кольцевых деталей | 158 |
| 3.3. Результаты промышленной апробации ультразвуковой технологии релаксации остаточных напряжений в кольцах подшипников качения | 166 |
| 3.4. Способ бесцентровой микродинамической обработки деталей типа колец с исправлением погрешностей геометрической формы | 183 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5. Производственные испытания технологии исправляющей микродинамической обработки колец подшипников упругой обкаткой между валками | 193 |
| Список литературы | 218 |
| ГЛАВА 4. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СПОСОБ МИКРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРУГЛЫХ УПРУГИХ ПЛАСТИН | 222 |
| 4.1. Механизм ультразвуковой релаксации остаточных напряжений в круглой упругой пластине | 222 |
| 4.2. Производственные испытания технологии ультразвуковой релаксации остаточных напряжений в упругой пластине датчиков приборов давления | 236 |
| Список литературы | 244 |
| Приложение | 246 |
| ГЛАВА 5. ЛАЗЕРНЫЙ СПОСОБ ЗАКАЛКИ И МИКРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАЛОЖЕСТКИХ СТЕРЖНЕЙ..... | 252 |
| 5.1. Теоретические основы лазерной микродинамической стабилизации геометрических параметров деталей..... | 252 |
| 5.2. Производственные испытания технологии лазерной микродинамической обработки торсионных валов | 272 |
| Список литературы | 283 |
| Приложение | 285 |