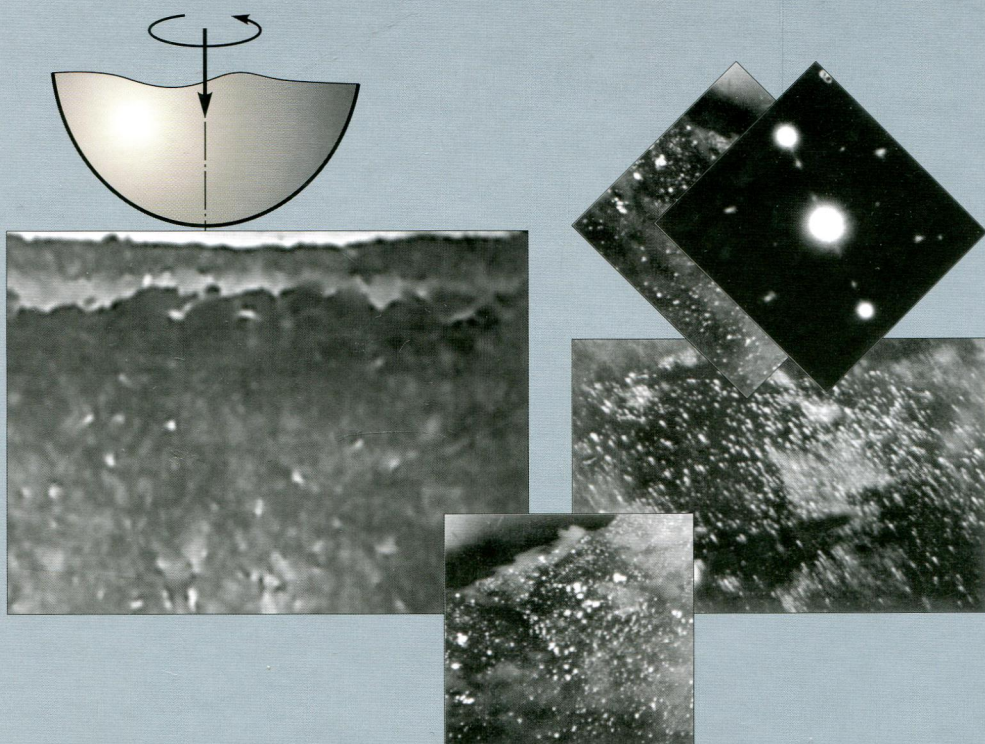


С.А. Герасимов, Л.И. Куксенова, В.Г. Лаптева

Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов



С.А. Герасимов, Л.И. Куксенова,
В.Г. Лаптева

**СТРУКТУРА
И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ
азотированных
конструкционных
сталей и сплавов**

BAUMANPRESS
 **ИЗДАТЕЛЬСТВО**
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

Москва 2014

УДК 621.785.53:620.186:620.178.16:669.018.29

ББК 34.431

Г37

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *О.Ю. Елагина*

д-р техн. наук, проф. *В.Г. Павлов*

Герасимов С. А.

Г37 Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов / С. А. Герасимов, Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева. — 2-е изд., испр. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 518, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-3933-1

Изложены закономерности формирования структуры поверхностного слоя при азотировании сталей и сплавов перлитного, мартенситного и аустенитного классов в зависимости от их химического состава, плотности дефектов строения матрицы и температурно-временных параметров технологического процесса. Описаны механизмы влияния строения азотированного слоя на твердость сталей и их износостойкость. Установлены основные структурные факторы, влияющие на износостойкость сталей и контактную долговечность изделий из них. Рассмотрены принципы управления структурными факторами для достижения оптимальных значений износостойкости и контактной долговечности. Представлены результаты экспериментальных исследований износостойкости конструкционных материалов при трении в разных условиях. С позиций эксплуатационных требований изложена проблема выбора конструкционных материалов для узлов трения технологического оборудования. В приложении представлен обширный справочный материал по триботехническим характеристикам конструкционных материалов.

Для научных и инженерно-технических работников, конструкторов, технологов, занимающихся вопросами химико-термической обработки, трения и износа изделий машиностроения, может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам вузов.

УДК 621.785.53:620.186:620.178.16:669.018.29

ББК 34.431

© Герасимов С.А., Куксенова Л.И.,
Лаптева В.Г., 2012

© Герасимов С.А., Куксенова Л.И.,
Лаптева В.Г., 2014, с изменениями

© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014

ISBN 978-5-7038-3933-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|------------|
| Предисловие | 3 |
| Краткий исторический очерк | 5 |
| Часть 1. Закономерности формирования структуры поверхностного слоя сталей и сплавов при азотировании | 13 |
| Глава 1. Основы процесса азотирования | 15 |
| 1.1. Методы азотирования | 15 |
| 1.2. Диаграмма состояния Fe — N | 23 |
| Глава 2. Стали перлитного класса | 30 |
| 2.1. Структура азотированного слоя конструкционных легированных сталей 38Х2МЮА и 40Х | 30 |
| 2.2. Режимы азотирования стали 38Х2МЮА | 36 |
| 2.3. Предварительная термическая обработка стали 38Х2МЮА | 45 |
| 2.4. Влияние сегрегаций легирующих элементов на формирование структуры при азотировании | 53 |
| 2.5. Формирование нитридов железа на поверхности азотированного слоя ... | 71 |
| Глава 3. Стали мартенситного класса | 81 |
| 3.1. Режимы азотирования низкоуглеродистых сталей | 81 |
| 3.2. Фазовый и химический состав зернограничных областей азотирован- ного слоя | 88 |
| 3.3. Структура поверхностного слоя после закалки и старения | 98 |
| 3.4. Закономерности формирования структуры поверхностного слоя при азотировании сталей перлитного и мартенситного классов | 109 |
| 3.5. Влияние размера зерна аустенита на формирование структуры азотированного слоя сталей мартенситного класса | 119 |
| 3.6. Роль поверхностной пластической деформации в формировании структуры азотированного слоя | 132 |
| Глава 4. Стали и сплавы аустенитного класса | 140 |
| 4.1. Формирование структуры азотированного слоя | 140 |
| 4.2. Стадии формирования структуры азотированного слоя | 158 |
| Глава 5. Роль легирующих элементов в формировании структуры азотированного слоя сталей и сплавов | 170 |
| 5.1. Влияние хрома, алюминия и молибдена на структуру азотированного слоя | 170 |
| 5.2. Влияние никеля на структуру азотированного слоя | 179 |
| 5.3. Влияние никеля на состав зернограничных областей сталей мартен- ситного класса | 181 |

| | |
|--|------------|
| 5.4. Изменение фазового состава зернограничных областей под действием легирующих элементов..... | 185 |
| 5.5. Влияние никеля на процессы образования карбидов при длительном высоком отпуске..... | 187 |
| 5.6. Перераспределение никеля между границами и объемом зерна при термической обработке | 193 |
| Часть 2. Износостойкость азотированных сталей и сплавов | 197 |
| Глава 6. Состояние поверхности и повреждения трущихся сопряжений..... | 199 |
| 6.1. Структура и механические свойства поверхностного слоя..... | 199 |
| 6.2. Характеристики качества поверхностей трения и методы оценки износостойкости..... | 206 |
| 6.3. Виды трения и изнашивания | 215 |
| 6.4. Усталостное разрушение поверхностей трения | 226 |
| 6.5. Влияние поверхностного слоя на механические свойства азотированных сталей и сплавов | 232 |
| Глава 7. Экспериментальное исследование влияния структуры поверхностного слоя на износостойкость азотированных сталей и сплавов ... | 242 |
| 7.1. Влияние предварительной термической обработки на износостойкость сталей перлитного класса..... | 242 |
| 7.2. Влияние режимов азотирования на износостойкость сталей перлитного и мартенситного классов..... | 252 |
| 7.3. Влияние газобарического азотирования на износостойкость стали 12X18H10T..... | 261 |
| 7.4. Влияние финишной обработки на износостойкость азотированной стали 38X2MЮА..... | 266 |
| 7.5. Влияние легирующих элементов на износостойкость азотированных сталей и сплавов перлитного и мартенситного классов | 268 |
| 7.6. Метод оценки трибологической эффективности процесса азотирования..... | 279 |
| Глава 8. Износостойкость конструкционных материалов после химико-термических видов упрочнения | 289 |
| 8.1. Анализ узлов трения автоматического технологического оборудования..... | 289 |
| 8.2. Триботехнические характеристики конструкционных сталей и сплавов при кратковременных и длительных испытаниях | 300 |
| 8.3. Сравнительная совместимость конструкционных материалов..... | 305 |
| 8.4. Выбор материала и способов повышения износостойкости пар трения | 318 |
| 8.5. Базы данных триботехнических характеристик для выбора износостойких материалов..... | 320 |
| Глава 9. Контактная выносливость азотированных сталей..... | 323 |
| 9.1. Общие сведения..... | 323 |
| 9.2. Контактная усталость азотированных сталей и методы испытаний | 336 |
| 9.3. Влияние предварительной обработки и легирования никелем на контактную долговечность азотированных сталей | 343 |

Оглавление

| | |
|--|-----|
| 9.4. Влияние режимов азотирования на контактную долговечность..... | 346 |
| 9.5. Сравнительная оценка выносливости азотированных и цементованных сталей..... | 349 |
| Заключение | 372 |
| Литература | 375 |
| Приложение | 390 |