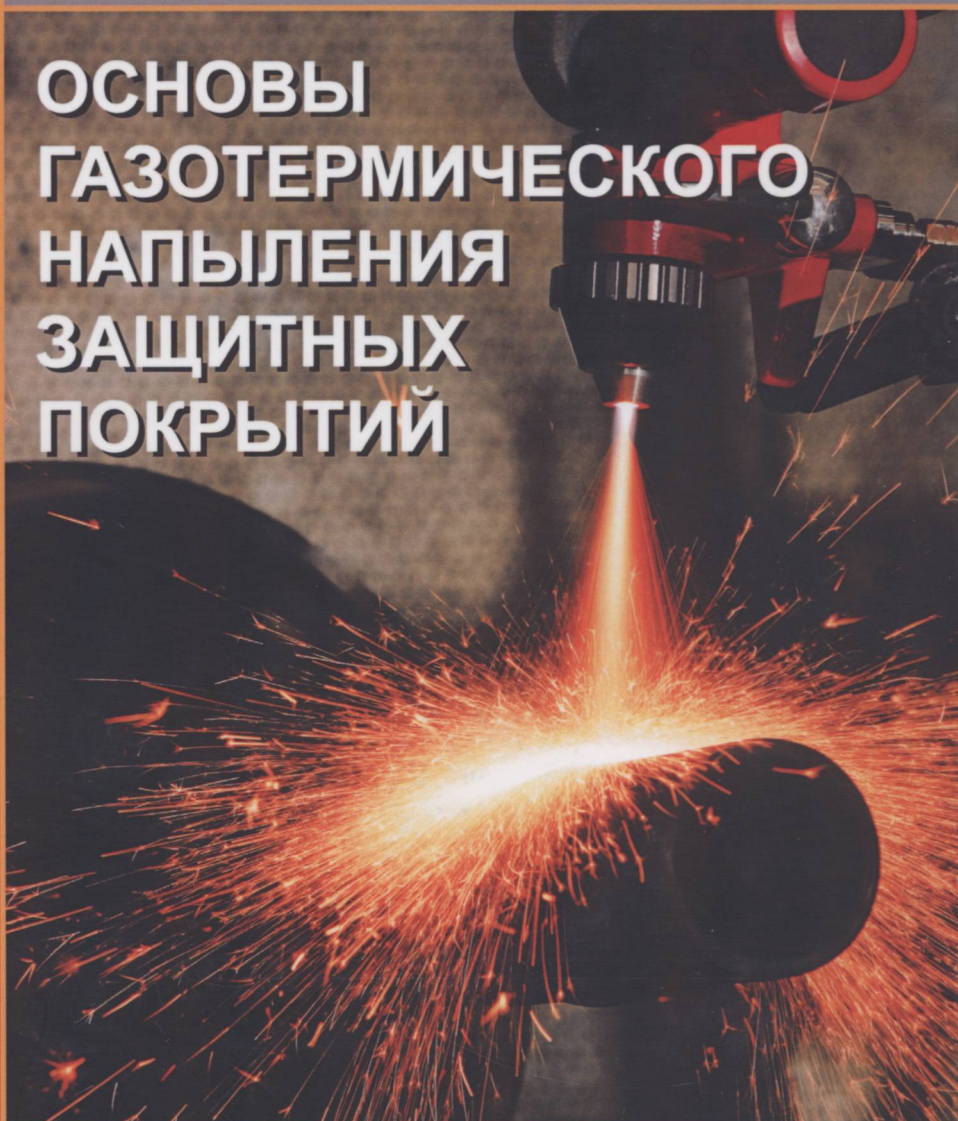


А. Ю. Павлов, В. В. Овчинников,
А. Д. Шляпин

ОСНОВЫ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ



«Инфра-Инженерия»

А. Ю. Павлов, В. В. Овчинников, А. Д. Шляпин

**ОСНОВЫ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ
ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2020

УДК 621.793

ББК 34.663

П12

Рецензент:

доктор технических наук, главный научный сотрудник Государственного
научного центра РФ АО «НПО „ЦНИИТМАШ”» *С. И. Феклистов*

Павлов, А. Ю.

П12 Основы газотермического напыления защитных покрытий : учебное
пособие / А. Ю. Павлов, В. В. Овчинников, А. Д. Шляпин. – Москва
Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 300 с.: ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0500-3

Обобщены сведения по основам технологии нанесения защитных функциональных покрытий методами газотермического напыления. Приведены данные о свойствах и структуре защитных покрытий, наносимых газотермическим напылением при изготовлении и реновации деталей узлов и механизмов.

Для студентов, изучающих материаловедение и технологии материалов. Может быть полезно для широкого круга инженерно-технических и научных работников различных отраслей промышленности.

УДК 621.793

ББК 34.663

ISBN 978-5-9729-0500-3

© Павлов А. Ю., Овчинников В. В., Шляпин А. Д., 2020

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2020

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. КОРРОЗИЯ И ИЗНОС КАК ФАКТОРЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ И КОНСТРУКЦИЙ	5
1.1. Коррозия металлов	5
1.2. Классификация процессов коррозии металлов	8
1.3. Возможные повреждения и некоторые методы защиты от коррозии	13
1.4. Изнашивание и износ	14
Глава 2. ОСНОВЫ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ	30
2.1. Сущность процесса газотермического напыления	30
2.2. Процессы, протекающие на напыляемой подложке	36
Глава 3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ	45
3.1. Классификация исходных материалов для газотермических покрытий	45
3.2. Методы получения исходных материалов	51
Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ МЕТОДАМИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ	97
4.1. Разработка технологии напыления	97
4.2. Подготовка порошковых материалов под газотермическое напыление	111
4.3. Факторы, влияющие на качество покрытия	112
4.4. Подбор режимов напыления для высокоскоростного газопламенного, плазменного, детонационного напыления и влияние параметров напыления на характеристики покрытия	117
4.5. Технологические параметры режимов газопламенного напыления	121
4.6. Технологические параметры режимов детонационного напыления	125
4.7. Технологические параметры режимов плазменного напыления на примере плазмотрона F4	132
4.8. Остаточные напряжения в покрытии	135
4.9. Обработка покрытий после напыления	136
Глава 5. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ И ИХ ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА	140
5.1. Образование покрытия	140

5.2. Формирование напыляемого слоя	145
5.3. Структура газотермического покрытия	147
5.4. Свойства газотермических покрытий	155
5.5. Применение покрытий для защиты от коррозии	174
5.6. Коррозионностойкие покрытия – среда и рекомендуемые материалы	176
5.7. Перспективы развития теплозащитных покрытий	195

Глава 6. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОКРЫТИЙ	201
6.1. Особенности механической обработки покрытий	201
6.2. Виды дефектов и брак при шлифовке газотермических покрытий	203
6.3. Подбор режимов механической обработки покрытий	206
6.4. Выбор смазочно-охлаждающей жидкости	215

Глава 7. ВИДЫ ПОКРЫТИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	216
7.1. Виды газотермических покрытий	216
7.2. Покрытия со специальными свойствами	221

Глава 8. ОПЕРАЦИИ КОНТРОЛЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ	236
8.1. Входной контроль порошковых материалов	236
8.2. Входной контроль деталей под напыление	239
8.3. Операционной контроль режимов напыления	239
8.4. Операционных контроль деталей в процессе напыления	240
8.5. Контролируемые параметры напыленного покрытия	242
8.6. Разрушающие и неразрушающие методы контроля покрытий на деталях и на образцах-свидетелях	246
8.7. Определение относительного удлинения, предела прочности, модуля упругости покрытий при растяжении	253
8.8. Физические свойства	255
8.9. Выходной контроль деталей после напыления	257
8.10. Служебные свойства газотермических покрытий	258

Глава 9. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ	264
9.1. Организация технологического процесса ГТН	264
9.2. Выбор параметров вращения и перемещения	268

Глава 10. НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ.....	272
Глава 11. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЛЕКСАХ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЙ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ И КОМБИНИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ	276
11.1. Характеристики опасных и вредных факторов.....	276
11.2. Требования по снижению опасных и вредных факторов	279
11.3. Требование к газоснабжению участков газопламенного напыления	280
11.4. Требования к процессу газотермического нанесения покрытий	280
11.5. Требования к процессу безвоздушного распыления ЛКМ	282
11.6. Требования к электробезопасности.....	282
11.7. Требования по применению средств индивидуальной защиты	283
11.8. Требования пожарной безопасности	283
11.9. Требования к производственному персоналу	284
Глава 12. РЫНОЧНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ.....	285
12.1. Структура рынка газотермических покрытий в России.....	285
12.2. Критерий предпочтительности ГТН перед альтернативой.....	292
Список литературы	294