

В

ДЛЯ ВУЗОВ

*А. Р. Маслов,
А. Г. Схиртладзе*

ОБРАБОТКА ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

**МОСКВА
«ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»
2018**

УДК 621.9.06(075)

ББК 34.63

М31

Рецензент

М.П. Козочкин, д-р техн. наук, проф. МГТУ «СТАНКИН»

Маслов А.Р., Схиртладзе А.Г.

М31 Обработка труднообрабатываемых материалов резанием: учебное пособие. М.: Инновационное машиностроение, 2018. 208 с.: ил.
ISBN 978-5-6040281-0-0

Приведены сведения об инструментальных материалах, созданных для повышения эффективности механообработки деталей из труднообрабатываемых материалов с учетом обеспечения их эксплуатационных свойств. Обобщены рекомендации по режимам резания труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Учебное пособие предназначено для студентов и аспирантов технических университетов, обучающихся по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» с направленностью (профилем) «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», а также может быть полезно технологам предприятий авиационной и ракетно-космической отраслей.

УДК 621.9.06(075)

ББК 34.63

ISBN 978-5-6040281-0-0

© ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», 2018

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Особенности резания труднообрабатываемых материалов	7
1.1. Обрабатываемость материалов резанием.....	7
1.2. Классификация труднообрабатываемых сталей и сплавов.....	13
Глава 2. Инструментальные материалы	56
2.1. Быстрорежущие стали.....	56
2.2. Твердые сплавы	65
2.3. Режущая керамика	82
2.4. Сверхтвердые инструментальные материалы	85
2.5. Выбор инструментального материала.....	131
Глава 3. Режимы резания труднообрабатываемых сталей и сплавов	139
3.1. Точение и обработка отверстий	139
3.2. Фрезерование	152
Глава 4. Совершенствование технологии обработки резанием деталей из труднообрабатываемых материалов	173
4.1. Исследование процессов обработки жаропрочных материалов	180
Заключение	203
Библиографический список.....	205

Введение

В современном машиностроении, в частности, авиационно-космической, автомобильной и оборонной отраслях, существенное место занимают процессы резания сложных поверхностей высокотехнологичных деталей газотурбинных двигателей (ГТД), несущих конструкций монопланов, гребных винтов, пресс-форм, штампов и др. Большинство этих деталей изготавливают из труднообрабатываемых материалов, обрабатываемость которых в разы хуже, чем у обычных конструкционных материалов.

Современные изделия должны соответствовать высоким требованиям по надежности, минимальной массе, экономичности и ресурсу. Эти задачи решают усовершенствованием конструкции в целях улучшения эксплуатационных характеристик и использованием новых прогрессивных технологий изготовления деталей и узлов.

Новые технологии, улучшающие качественные показатели выпускаемых изделий путем изменения структуры и условий производства:

- получение новых материалов (керамики, нанопорошковых и функционально-градиентных материалов, жаропрочных сплавов с монокристаллической структурой и др.);
- нанесение защитных и функциональных покрытий (жаростойких, термобарьерных, уплотнительных и т.д.);
- технологии заготовительного производства, такие как литье по выплавляемым моделям и спрейное литье, горячее изостатическое прессование в газостатах, лазерная, струйная и плазменная резка, магнитно-импульсная обработка и др.;
- получение неразъемных соединений (диффузионная, электронно-лучевая и лазерная сварка, сварка трением, магнитно-импульсная обработка и др.);

- электрофизическая и электрохимическая обработки, включая обработку глубоких отверстий и микрообработку;
- термическая обработка и поверхностное легирование методами ионной имплантации и электроискрового упрочнения;
- непосредственное получение трехмерных объектов (деталей и моделей) на основе математической модели изделия (аддитивные технологии, лазерная стереолитография).

Даже это краткое перечисление говорит о широком внедрении в машиностроение инновационных технологий. Современный инженер-технолог, разрабатывающий технологические процессы, должен знать технологические возможности, технические характеристики и особенности реализации новых процессов обработки, входящие в технологический маршрут изготовления деталей и узлов новейших машин, начиная с заготовительных операций и заканчивая финишными и контрольными.

На острие проблем создания новых технологий находится современный режущий инструмент XXI века. Для обеспечения эффективной обработки создают инструментальные системы, спроектированные с учетом особенностей обработки деталей. Их основа — конструкции сборного инструмента с механическим креплением сменных неперетачиваемых пластин из твердых сплавов с износостойкими покрытиями.

Большой вклад в создание современных инструментальных систем вносят ОАО «ВНИИинструмент» и ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», которые совместно с машиностроительными заводами выполнили комплекс работ в области создания технологий нанометрических износостойких покрытий.

Применительно к металлообработке разработаны синтетические сверхтвердые материалы (ССТМ) на основе кубического нитрида бора, синтетические алмазы и режущая керамика. Создана гамма токарных и расточных инструментов, расточных головок, торцовых фрез, резьбонарезных резцов, отрезных фрез и других конструкций, оснащенных режущими элементами из этих материалов.

Разработаны и запущены в производство конструкции высокотехнологичного сборного инструмента, оснащенного твердосплавными пластинами, для обработки сложнопрофильных изделий из древесины и крупногабаритных зубчатых колес.

Созданы отечественная технология и оборудование для производства прецизионного быстрорежущего и твердосплавного инструмента методами глубинного шлифования из цилиндрических заготовок кругами из кубического нитрида бора и синтетического алмаза. Разработаны высокопористые абразивные круги повышенной производительности и высокоточное шлифовально-заточное оборудование.

Осваивается область уникальной ультрапрецизионной обработки резанием изделий с отклонениями размеров и формы в пределах нескольких нанометров.

Впервые в стране созданы установки для аддитивных технологий изготовления составных 3D-деталей, оборудование для гидроабразивной резки листового материала, 6-координатные станки с УЧПУ для зубофрезерования, установка для магнитно-импульсной обработки и ряд других инновационных разработок.

В условиях ограничений импорта технологий двойного назначения и ряда финансовых санкций со стороны промышленно развитых стран особое значение приобретает развитие российского машиностроения на собственной независимой от импорта базе оборудования и инструмента. В связи с этим необходимо широкое внедрение современных технологий обработки материалов. Учебное пособие знакомит действующих технологов и обучающихся машиностроительным специальностям с известными технологиями мирового уровня.

Авторы выражают благодарность сотрудникам НИИД (г. Москва), УГАТУ (г. Уфа) и СМЗ (г. Кимры) за предоставленные материалы о производственном опыте применения современных технологий.