

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

**Е. В. Артамонов, Д. В. Васильев, М. Х. Утешев**

# **РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ФАКТОР**

*Учебное пособие*

Тюмень  
ТюмГНГУ  
2012

УДК 621.91.01  
ББК 34.63-1я73  
А86

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор А. С. Верещака  
доктор технических наук, профессор С. И. Тахман

Артамонов, Е. В.

А86 Резание металлов и температурный фактор : учебное пособие /  
Е. В. Артамонов, Д. В. Васильев, М. Х. Утешев / под общей ред.  
М. Х. Утешева. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. – 150 с.  
ISBN 978-5-9961-0478-9

В учебном пособии изложены материалы общей взаимосвязи явлений в процессе резания металлов. Приведены строение и деформация стружки, влияние скорости деформации на напряжения в процессе резания металлов. Освещены вопросы тепловых процессов в зоне резания по литературным источникам, а также на основе результатов исследований авторов по определению условий максимальной работоспособности режущих элементов из инструментальных твердых сплавов.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений по дисциплинам «Резание материалов», «Процессы формообразования и режущий инструмент», «Режущий инструмент», «Инструментальное обеспечение машиностроительных производств», специальностей 120100 – Технология машиностроения, 120200 – Металлообрабатывающие станки и комплексы, бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям: 151000 – Технологические машины и оборудование, 151900 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, аспирантов специальностей 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки и 05.02.08 - Технология машиностроения.

УДК 621.91.01  
ББК 34.63-1я73

ISBN 978-5-9961-0478-9

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего  
профессионального образования  
«Тюменский государственный  
нефтегазовый университет», 2012

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. ОБЩАЯ СВЯЗЬ ЯВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ</b>	5
1.1. Схема процесса образования стружки .....	6
1.2. Геометрия нароста при резании металлов.....	10
1.3. Коэффициент трения в процессе резания.....	15
1.4. Изменение усадки стружки при резании металлов.....	18
1.5. Зависимость силы резания от скорости резания.....	27
<b>ГЛАВА 2. СТРОЕНИЕ И ДЕФОРМАЦИЯ СТРУЖКИ     ПРИ РЕЗАНИИ ПЛАСТИЧНОГО МЕТАЛЛА</b> .....	35
2.1. Строение стружки при резании пластичного металла.....	35
2.2. Пластическая деформация стружки при резании металлов.....	41
<b>ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ     НА НАПРЯЖЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ     ПЛАСТИЧНОГО МЕТАЛЛА</b> .....	53
3.1. Влияние скорости деформации на механические свойства металлов	54
3.2. Скорость деформации при резании .....	58
3.3. Влияние скорости деформации на напряжение при резании....	61
<b>ГЛАВА 4. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ</b> .....	68
4.1. Тепловые источники в зоне резания.....	69
4.2. Пути распространения тепла и теплообмен в зоне резания.....	72
4.3. Методы экспериментального исследования тепловых потоков и температур в зоне резания.....	78
4.4. Определение температурных полей в зоне резания.....	91
4.5. Энергетические затраты в процессе резания.....	97
4.6. Элементное стружкообразование в зависимости от температуры .....	101
<b>ГЛАВА 5. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ РЕЖУЩИХ     ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ</b> .....	108
5.1. Работоспособность режущих элементов из твердых сплавов и режимы резания .....	108
<b>ГЛАВА 6. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ И ИХ СВОЙСТВА</b> .....	130
<b>ГЛАВА 7. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ     ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ НА ВИД     СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ</b> .....	138
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	144
<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ</b> .....	148

## ВВЕДЕНИЕ

В основу учебного пособия положены материалы в результате многолетнего преподавания авторами дисциплин «Резание материалов», «Режущий инструмент», «Надежность режущих инструментов» и др. Базовыми при подготовке учебного пособия явились книги: А.А. Авакова, В.Ф. Боброва, А.С. Верещака, А.М. Вульфа, А.Н. Еремина, А.Д. Макарова, Н.Н. Зорева, М.Ф. Полетика, А.М. Розенберга, которые в настоящее время практически не переиздаются, а также результаты исследований авторов. В учебном пособии изложены материалы взаимосвязи явлений и механики процесса резания, работоспособности режущих инструментов в зависимости от температуры резания.

В главах 1,2,3 на основании результатов исследований А.М. Розенберга, А.Н. Еремина изложены общая взаимосвязь явлений в процессе резания, строение и деформация стружки при резании металлов, влияние скорости деформации на напряжение в процессе резания металлов.

В главе 4 на основании материалов Полетики М.Ф. освещены вопросы тепловых процессов в зоне резания: тепловые источники в зоне резания, теплообмен в зоне резания, методы экспериментального исследования тепловых потоков в зоне резания, определение температурных полей в зоне резания и др.

Одним из путей подъема эффективности механической обработки резанием является переход с использования напайного режущего инструмента на сборный с механическим креплением сменных многогранных пластин (СМП) из инструментальных твердых сплавов.

В главах 5,6 приведены материалы на основании литературного анализа и экспериментальных исследований авторов работоспособности режущих элементов из твердых сплавов.

В главе 6 изложены результаты литературного анализа и авторских исследований влияния тепловых процессов при резании металлов на вид стружкообразования.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров, инженеров и магистров по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

# ГЛАВА 1. ОБЩАЯ СВЯЗЬ ЯВЛЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

Обработка металлов снятием стружки применяется в производстве в широком масштабе с большим многообразием внешних форм и видов процесса обработки, а также конструкций используемого режущего инструмента. Несмотря на многообразие разновидностей и форм обработки металлов, рабочим процессом во всех случаях является процесс удаления с обрабатываемого тела припуска и превращения его в стружку режущим инструментом. Процесс снятия стружки (процесс резания металлов) оказывает влияние на целый ряд факторов, непосредственно связанных с качеством готового изделия, с трудоемкостью его изготовления, с себестоимостью продукции и даже в известной степени может влиять на эксплуатационные свойства изготовленной детали[1].

Мы ни в коем случае не думаем утверждать, что процесс резания является основным доминирующим элементом, определяющим качество изделия и производительность его обработки. Не в меньшей степени здесь имеют значение и другие элементы производства— характер станочного оборудования, вопросы организации производства и планирования, технологичность конструкций изделий и совершенство технологии их обработки, автоматизация процесса обработки и т. д. Но процесс резания как рабочий процесс удаления припуска с обрабатываемого изделия всегда в той или иной степени оказывает влияние на результаты обработки.

Объектом изучения процесса резания является обработанная поверхность и снимаемая стружка. Снятая стружка, являясь отходом производства, в то же время несет в себе результаты всех тех физических процессов, которые сопутствуют процессу резания металлов. Процесс резания с физической точки зрения есть не что иное, как процесс деформации металла, превращаемого в стружку. Строение и текстура стружки указывает нам на механизм ее образования. Степень деформации стружки говорит о напряжениях и силах в процессе резания. Твердость стружки, как результат ее упрочнения в процессе деформации, также связана с напряжениями, возникающими в процессе резания.

Процесс резания металлов очень сложен по своей физической сущности, в особенности в приложении к резанию пластичных металлов, когда он является процессом пластической деформации, протекающей в сложных условиях. Процесс резания сопровождается высокими степенями пластической деформации, происходящей при высокой температуре нагрева, с неравномерным распределением тепла по деформируемому объему, при высоких скоростях деформации. Процессу резания сопутствует весьма значительное трение деформируемого металла об инструмент, которое протекает в условиях высоких температур и при давлениях на трущихся