

621.91  
Н 73

# ▶ ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

Монография



Ф. В. Новиков  
В. А. Жовтобрюх  
Г. В. Новиков



**Ф. В. Новиков**  
**В. А. Жовтобрюх**  
**Г. В. Новиков**

**ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ  
В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ**

**Монография**

Днепр / **ЛИРА** / 2017

УДК 621.91

ББК 34.63

Н73

Рецензенты: докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры “Технология машиностроения” Одесского национального политехнического университета *Ларшин В. П.*; докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры “Теоретическая механика и детали машин” Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко *Коломиец В. В.*; докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры “Технология машиностроения и металлорежущие станки” Национального технического университета “Харьковский политехнический институт” *Сизый Ю. А.*

### **Новиков Ф. В.**

Н73 Оптимальные решения в металлообработке : монография / Ф. В. Новиков, В. А. Жовтобрюх, Г. В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2017. – 476 с.

ISBN 978-966-383-923-3

Приведены разработанные математические модели определения себестоимости механической обработки и условий ее уменьшения на основе применения современных сборных твердосплавных инструментов с износостойкими покрытиями и процессов высокоскоростного резания. Теоретически обоснованы условия уменьшения температуры резания лезвийными и абразивными инструментами. Раскрыты особенности шлифования изделий с прерывистыми поверхностями и определены оптимальные режимы резания, разработаны высокопроизводительные способы шлифования на уровне изобретений. Теоретически и экспериментально доказана эффективность применения высокопористых абразивных кругов при зубошлифовании по методу профильного копирования. Даны практические рекомендации.

Рекомендовано для студентов, аспирантов и преподавателей инженерных и экономических специальностей высших учебных заведений, а также для специалистов и руководителей предприятий, повышающих свою квалификацию.

**УДК 621.91**

**ББК 34.63**

© Новиков Ф. В., Жовтобрюх В. А.

Новиков Г. В., 2017

ISBN 978-966-383-923-3

© ЛИРА, 2017

# Оглавление

Введение.....	3
Раздел 1. Условия уменьшения себестоимости механической обработки деталей машин.....	5
1.1. Разработка математической модели определения себестоимости механической обработки деталей машин.....	5
1.2. Теоретический анализ себестоимости механической обработки .....	22
1.3. Определение условий уменьшения себестоимости механической обработки деталей машин.....	26
1.4. Оптимизация параметров процесса шлифования по критерию наименьшей себестоимости обработки.....	34
1.5. Условия снижения себестоимости механической обработки деталей шахтного оборудования.....	39
1.6. Теоретический подход к технико-экономической оценке эффективности механической обработки деталей машин.....	47
1.7. Сравнение существующего и разработанного теоретических подходов к оптимизации параметров режимов резания .....	51
Выводы.....	54
Раздел 2. Разработка высокоэффективных процессов механической обработки с применением современных режущих инструментов.....	56
2.1. Общий подход к аналитическому определению себестоимости обработки.....	56
2.2. Оценка влияния стойкости режущего инструмента на себестоимость обработки.....	59
2.3. Оптимизация параметров механической обработки по критерию наименьшей себестоимости обработки.....	65
2.4. Количественная оценка минимума себестоимости и реализующих его условий обработки.....	79
2.5. Оценка экономической эффективности применения на предприятиях Украины дорогостоящих режущих инструментов зарубежного производства.....	87

2.6. Определение оптимального количества потребляемых инструментов.....	91
2.7. Определение оптимальных параметров механической обработки по критерию наименьшей себестоимости обработки .....	94
2.8. Определение себестоимости обработки партии деталей одним инструментом.....	100
2.9. Экспериментальная оценка полученных теоретических решений.....	103
2.10. Оценка экономической эффективности применения сборных твердосплавных инструментов с износостойкими покрытиями.....	114
2.11. Разработка методики выбора рациональных параметров операций механической обработки деталей машин.....	121
2.12. Применение полученных теоретических решений для решения задач повышения эффективности механической обработки деталей машин.....	125
Выводы.....	133
Раздел 3. Аналитическое описание и анализ теплового баланса и температуры при резании материалов.....	136
3.1. Определение теплового баланса и температуры резания, возникающей на передней поверхности режущего инструмента, в результате его трения с образующейся стружкой.....	136
3.1.1. Упрощенный расчет теплового баланса и температуры резания для нулевого переднего угла инструмента.....	136
3.1.2. Уточненный расчет температуры резания для положительного переднего угла инструмента.....	153
3.2. Определение теплового баланса и температуры резания, возникающей на задней поверхности инструмента, с учетом его трения с обрабатываемым материалом.....	155
3.3. Определение температуры резания, возникающей в условной плоскости сдвига обрабатываемого материала.....	164
3.4. Определение суммарной температуры резания и условий ее уменьшения.....	174

3.5. Сравнение полученных решений с известными теоретическими решениями.....	178
Выводы.....	184
Раздел 4. Определение максимально возможной производительности обработки при шлифовании на основе температурного критерия.....	186
4.1. Общий теоретический подход к определению теплового баланса и температуры при механической обработке.....	186
4.2. Определение технологических возможностей уменьшения энергоемкости и температуры при механической обработке .....	204
4.3. Сравнение температуры при плоском и круглом наружном шлифовании.....	209
4.4. Расчет температуры при плоском шлифовании торцом и периферией круга.....	216
4.5. Теоретический анализ условий уменьшения температуры при плоском шлифовании торцом круга.....	222
4.6. Определение наименьшего штучного времени обработки при шлифовании периферией круга с учетом ограничения по температуре резания .....	225
4.7. Обоснование условий уменьшения штучного времени обработки при шлифовании на основе температурного критерия .....	232
4.8. Определение наименьшего штучного времени обработки при шлифовании торцом круга с учетом ограничения по температуре резания.....	237
Выводы.....	243
Раздел 5. Технологические возможности прерывистого шлифования и шлифования изделий с прерывистыми поверхностями .....	245
5.1. Профессор Якимов Александр Васильевич - родоначальник прерывистого шлифования.....	245
5.2. Физическая сущность и технологические возможности прерывистого шлифования.....	251

5.3. Динамическая модель процесса прерывистого шлифования .....	258
5.4. Динамические особенности процесса шлифования изделий с прерывистыми поверхностями.....	262
5.5. Формулирование условий оптимального управления процессом шлифования изделий с прерывистыми поверхностями.....	272
5.6. Разработка математической модели определения оптимальных режимов алмазного шлифования с учетом вероятностного участия зерен в резании.....	281
5.6.1. Статическая относительная полнота профиля рабочей поверхности круга.....	281
5.6.2. Кинематическая относительная полнота профиля рабочей поверхности круга.....	286
5.6.3. Условие полного съема материала рабочей поверхностью круга .....	290
5.6.4. Закономерности распределения съема материала по длине дуги контакта круга с деталью.....	292
5.6.5. Уравнение линии полного съема металла рабочей поверхностью круга.....	300
5.6.6. Вероятностный расчет максимальной глубины внедрения обрабатываемого материала в рабочую поверхность круга.....	306
5.6.7. Аналитическая взаимосвязь основных параметров процесса шлифования и экспериментальная проверка результатов расчетов.....	314
5.6.8. Определение оптимальных режимов алмазного шлифования по критерию предельной производительности обработки .....	321
5.6.9. Определение оптимальных режимов алмазного шлифования по критерию наименьшего относительного расхода алмаза.....	325
5.6.10. Определение условий повышения качества обработки при круглом продольном шлифовании многолезвийных инструментов.....	330

Выводы.....	346
Раздел 6. Способы высокопроизводительного шлифования кру-	
гами из синтетических сверхтвердых материалов.....	348
6.1. Способ круглого шлифования кругом из синтетических	
сверхтвердых материалов.....	348
6.2. Способ глубинного шлифования.....	358
6.3. Способ круглого продольного шлифования.....	363
6.4. Способ управления процессом круглого врезного	
шлифования.....	367
6.5. Способ шлифования цилиндрической детали.....	370
6.6. Способ глубинного шлифования цилиндрической детали.	377
6.7. Способ глубинного шлифования цилиндрической детали.	387
Выводы.....	395
Раздел 7. Аналитическое описание погрешностей механической	397
обработки и определение условий их уменьшения.....	
7.1. Развитие теоретического решения об исправлении	
погрешностей обработки отверстия.....	397
7.2. Закономерности формирования погрешностей обра-	
ботки при зубошлифовании по методу профильного	
копирования .....	405
7.3. Оптимизация параметров процесса зубошлифования по	
критерию наименьшего основного времени обработки.....	425
7.4. Выбор и обоснование оптимального маршрута обра-	
ботки при зубошлифовании по методу профильного	
копирования .....	430
7.5. Определение наименьшего штучного времени обработ-	
ки при зубошлифовании по методу профильного	
копирования .....	432
7.6. Расчет параметров шероховатости поверхности при	
зубошлифовании по методу профильного копирования.....	437
Выводы.....	445
Общие выводы.....	447
Список использованных источников.....	451