

Новіков Ф. В.

**ТЕОРІЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ ОБРОБКИ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Монографія

Харків. Вид. ХНЕУ, 2013

УДК 621.9.04

ББК 30.61

Н 73

Рецензенти: докт. техн. наук, професор Національного технічного університету "ХПІ" *Степанов М. С.*; докт. техн. наук, професор, головний інженер ДП Харківський машинобудівний завод "ФЕД" *Фадєєв В. А.*

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Харківського національного економічного університету.

Протокол № 2 від 22.10.2012 р.

Новіков Ф. В.

Н73 Теорія високоякісної обробки деталей машин : монографія / Ф. В. Новіков. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 384 с. (Укр. мов.)

Розглянуто прогресивні технології механічної обробки відповідальних деталей машин, виготовлених із матеріалів з підвищеними фізико-механічними властивостями. Аналітично описано параметри силової й теплової напруженості процесів лезової та абразивної обробки. Проведено оптимізацію структури й параметрів операцій механічної обробки, обґрунтовано умови підвищення якості та продуктивності обробки. Наведено приклади розробки й упровадження ефективних технологічних процесів механічної обробки деталей машин у виробництво.

Рекомендовано для студентів інженерних та економічних спеціальностей вищих навчальних закладів, а також для фахівців і керівників підприємств, які підвищують свою кваліфікацію.

ISBN 978-966-676-565-2

УДК 621.9.04

ББК 30.61

© Новіков Ф. В., 2013

ЗМІСТ

Вступ	3
Розділ 1. Теоретичне обґрунтування умов підвищення точності й продуктивності обробки на фінішних операціях	5
1.1. Оптимізація структури й параметрів операцій урізного шліфування з дискретним у часі характером контакту круга з деталлю	5
1.1.1. Визначення величини пружного переміщення, що виникає в технологічній системі при шліфуванні	5
1.1.2. Спрощений розрахунок найменшого основного часу обробки з урахуванням обмеження за точністю розміру оброблюваної поверхні	10
1.1.3. Уточнений розрахунок найменшого основного часу обробки з урахуванням обмеження за точністю розміру оброблюваної поверхні	21
1.2. Оптимізація структури й параметрів операцій урізного шліфування з постійним у часі контактом круга з деталлю	29
1.2.1. Спрощений розрахунок найменшого основного часу обробки з урахуванням обмеження за точністю розміру оброблюваної поверхні	29
1.2.2. Уточнений розрахунок найменшого основного часу обробки з урахуванням обмеження за точністю розміру оброблюваної поверхні	33
1.2.3. Вибір оптимальної схеми знімання припуску з урахуванням обмеження за точністю розміру оброблюваної поверхні	37
Розділ 2. Оптимізація структури й параметрів операції шліфування внутрішніх циліндричних поверхонь за критерієм найменшого основного часу обробки	42
2.1. Аналітичний опис і аналіз пружного переміщення, що виникає в технологічній системі при внутрішньому та плоскому шліфуванні	42
2.2. Аналітичний опис і аналіз пружного переміщення, що виникає в технологічній системі при виходжуванні	48

2.3. Визначення найменшого основного часу обробки при круглому внутрішньому шліфуванні з урахуванням обмеження за точністю оброблюваної поверхні	54
2.4. Оцінка вірогідності отриманих аналітичних залежностей і узагальнення результатів досліджень	63
2.5. Визначення найменшого основного часу обробки при круглому внутрішньому шліфуванні за жорсткою схемою	70
2.6. Дослідження коливань при шліфуванні	76
2.6.1. Умови виникнення й шляхи усунення коливань при шліфуванні зразка, що рухається по нормалі до робочої поверхні круга	76
2.6.2. Умови виникнення й шляхи усунення коливань при плоскому та внутрішньому шліфуванні	82
Розділ 3. Експериментальна оцінка теоретичних рішень та розробка ефективних технологій внутрішнього шліфування деталей редукторів	90
3.1. Аналіз існуючих технологій внутрішнього шліфування деталей редукторів	90
3.2. Експериментальні дослідження технологічних параметрів внутрішнього шліфування	93
3.3. Оцінка впливу схеми шліфування на кількість тепла, яке виділяється при різанні	102
3.4. Удосконалення операції шліфування внутрішніх циліндричних поверхонь деталей редукторів приводів шахтних конвеєрів	104
Розділ 4. Теоретичне обґрунтування умов зменшення теплової напруженості механічної обробки	109
4.1. Визначення температури різання при несталому в часі тепловому процесі	109
4.2. Спрощений розрахунок параметрів несталого в часі теплового процесу	117
4.3. Розрахунок параметрів сталого в часі теплового процесу	127
4.4. Визначення оптимальних умов обробки з урахуванням обмеження за температурою шліфування	130
4.5. Визначення найменшого основного часу обробки	

з урахуванням обмеження за температурою шліфування	141
4.5.1. Визначення найменшого основного часу обробки для умови повного охолодження оброблюваної деталі в період переривання процесу шліфування...	141
4.5.2. Визначення найменшого основного часу обробки для умови часткового охолодження оброблюваної деталі в період переривання процесу шліфування..	145
Розділ 5. Теоретичне обґрунтування умов підвищення якості й продуктивності обробки при зубошліфуванні з урахуванням температурного фактора	156
5.1. Установлення аналітичного зв'язку між температурою шліфування, градієнтом температури й глибиною проникнення тепла у поверхневий шар оброблюваної деталі	156
5.2. Експериментальна оцінка отриманих теоретичних рішень	165
5.3. Оптимізація параметрів режимів різання при зубошліфуванні з урахуванням температурного фактора	167
5.4. Умови підвищення точності обробки при зубошліфуванні.	174
5.5. Умови одночасного забезпечення вимог щодо точності і якості обробки при шліфуванні	177
Розділ 6. Теоретичні дослідження закономірностей знімання припуску й формоутворення поверхонь при абразивній обробці з урахуванням імовірнісного характеру участі зерен у різанні	185
6.1. Дослідження закономірностей знімання припуску й формування шорсткості поверхні при доведенні вільним абразивом	185
6.2. Розрахунок параметра шорсткості поверхні при доведенні зернами одного розміру	191
6.3. Визначення відношення параметрів шорсткості R_{\max}/R_a .	196
6.4. Класифікація структур шорсткуватого шару поверхонь, що сформовані при абразивній обробці	202
6.5. Розрахунок параметрів шорсткості поверхні при доведенні зернами різного розміру	204
6.6. Розрахунок параметрів шорсткості поверхні	

при доведенні зернами різних розмірів з урахуванням радіальної подачі оброблюваного зразка	216
6.7. Розрахунок параметрів шорсткості поверхні без урахування імовірнісного характеру участі зерен у різанні	221
Розділ 7. Визначення технологічних можливостей зменшення шорсткості поверхні при абразивній обробці	227
7.1. Обґрунтування умов зменшення шорсткості поверхні при доведенні вільним абразивом	227
7.1.1. Аналітичний опис параметрів шорсткості поверхні при доведенні з урахуванням зношування ріжучих зерен	227
7.1.2. Визначення можливостей зменшення шорсткості поверхні за рахунок створення плосковершинних зерен	236
7.1.3. Фізичні умови формування різних структур шорсткуватого шару оброблюваної поверхні	237
7.1.4. Експериментальна оцінка теоретичних рішень	241
7.2. Обґрунтування умов зменшення шорсткості поверхні при шліфуванні	244
7.2.1. Визначення кількості зерен, які беруть участь у формуванні шорсткості поверхні, при шліфуванні зразка, що рухається по нормалі до робочої поверхні круга	244
7.2.2. Визначення кількості зерен, які беруть участь у формуванні шорсткості поверхні при шліфуванні периферією й торцем круга	247
7.2.3. Вплив форми робочої частини круга на шорсткість поверхні	251
7.2.4. Обґрунтування вибору зернистості круга для заданої шорсткості поверхні	253
7.2.5. Установлення зв'язку кількості працюючих зерен шліфувального круга із шорсткістю оброблюваної поверхні	257
7.2.6. Методика розрахунку параметрів шорсткості поверхні при шліфуванні периферією круга	259

7.2.7. Методика розрахунку параметрів шорсткості поверхні при шліфуванні торцем круга	263
Розділ 8. Удосконалення операцій зубошліфування зубчастих коліс приводів шахтних конвеєрів	267
8.1. Недоліки й шляхи вдосконалювання існуючої технології зубошліфування зубчастих коліс редукторів приводів шахтних конвеєрів	267
8.2. Експериментальні дослідження потужності й енергоємності обробки при шліфуванні та вибір оптимальних режимів різання з урахуванням температурного фактора	274
8.3. Визначення оптимальних режимів шліфування й експериментальні дослідження основних параметрів обробки при зубошліфуванні	279
8.4. Вимір параметрів точності обробки зубчастих коліс з використанням координатно-вимірювальної машини	284
8.5. Розробка й упровадження науково обґрунтованих рекомендацій щодо удосконалення операцій зубошліфування зубчастих коліс приводів шахтних конвеєрів	287
Розділ 9. Теоретичні й експериментальні дослідження умов підвищення якості обробки отворів у деталях гідроапаратури	289
9.1. Загальний підхід до визначення умов утворення мікровідколів при механічній обробці	289
9.2. Закономірності утворення мікровідколів при механічній обробці отворів у кільцях з високотвердих магнітних сплавів	301
9.3. Визначення умов здійснення процесів різання і пластичного деформування	307
9.4. Визначення впливу зношування інструмента на параметри силової напруженості механічної обробки	314
9.5. Обґрунтування умови переходу від процесу різання до процесу пластичного деформування матеріалу	317
Розділ 10. Теоретичне визначення умов підвищення точності й продуктивності обробки отворів при розточуванні	

та внутрішньому шліфуванні	326
10.1. Порівняльний аналіз технологічних можливостей процесів розточування та внутрішнього шліфування	326
10.2. Оцінка можливостей підвищення продуктивності при багатопрохідній обробці	332
10.3. Визначення оптимальної кількості поздовжніх ходів інструмента	334
10.4. Умови виключення похибок обробки, пов'язаних з утворенням пружних переміщень у технологічній системі.	341
10.5. Оцінка впливу інтенсивності тертя зв'язки круга з оброблюваним матеріалом на величину пружного переміщення й продуктивність обробки	343
10.6. Визначення оптимальних умов внутрішнього шліфування отворів у кільцях з магнітних сплавів	347
10.7. Визначення оптимальних умов високошвидкісного розфрезерування й розточування отворів	350
10.8. Загальний підхід до аналізу закономірностей формування похибок при механічній обробці отворів	355
Розділ 11. Розробка й упровадження ефективних технологій механічної обробки деталей гідроапаратури	360
11.1. Розробка й упровадження ефективної технології обробки отворів у кільцях з високотвердих магнітних сплавів	360
11.2. Розробка й упровадження ефективної технології обробки отворів у бронзових втулках	363
11.3. Розробка й упровадження високошвидкісної обробки корпусних деталей гідроапаратури	368
Висновки	371
Використана література	373

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Новіков Федір Васильович

ТЕОРІЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Монографія

Відповідальний за випуск **Новіков Ф. В.**

Відповідальний редактор **Сєдова Л. М.**

Редактор **Лященко Т. О.**

Коректор **Мартовицька-Максимова В. А.**

План 2013 р. Поз. № 104 – Н

Підп. до друку 17.12.2012. Формат 60x90 1/16. Папір MultiCopy. Друк Riso.

Ум.-друк. арк. 24,0. Обл.-вид. арк. 30,0. Тираж 500 прим. Зам. № 774.

Видавець і виготівник – видавництво ХНЕУ, 61166, м. Харків, пр. Леніна, 9а

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
Дк № 481 від 13.06.2001 р.*