

НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ
Фізіка-тэхнічны інстытут

А. П. Ласкаўнёў

ТЭХНАЛОГІЯ ВЫТВОРЧАСЦІ РУХАВІКОЎ УНУТРАНАГА ЗГАРАННЯ

Мінск
«Беларуская навука»
2025

ЗМЕСТ

Умоўныя скарачэнні	3
Прадмова	4
Уводзіны	6
Раздзел 1. Вытворчы і тэхналагічныя працэсы	11
1.1. Асноўныя паняцці і вызначэнні	11
1.2. Характарыстыкі тэхналагічнага працэсу	20
1.3. Тыпы вытворчасці	21
Раздзел 2. Тэхналагічныя асновы забеспячэння якасці вырабаў	27
2.1. Агульныя звесткі	27
2.2. Дакладнасць вырабаў і спосабы яе забеспячэння ў вытворчасці	35
2.2.1. Паняцце аб дакладнасці	35
2.2.2. Уплыў патрабаванняў дакладнасці на працаёмкасць і сабекошт вырабаў	36
2.2.3. Якасць дэталяў рухавіка	40
2.2.4. Хібнасці механічнай апрацоўкі і метады дасягнення дакладнасці ..	43
2.2.5. Дакладнасць зборкі	48
2.2.6. Хібнасці зборкі	49
2.3. Аналіз параметраў якасці вырабаў метадамі матэматычнай статыстыкі. .	53
2.3.1. Выпадковыя хібнасці апрацоўкі і законы рассеяння сапраўдных размераў дэталя.	53
2.3.1.1. Закон Гауса.	55
2.3.1.2. Закон роўнай імавернасці	56
2.3.1.3. Закон Сімпсана	57
2.3.1.4. Закон Рэлея	57
2.3.1.5. Кампазіцыі законаў размеркавання	59
2.3.1.6. Падсумоўванне хібнасцей апрацоўкі і аналіз дакладнасці тэхналагічных аперацый	60
2.4. Размерныя ланцугі	64
2.4.1. Асноўныя паняцці і вызначэнні	64
2.4.2. Пабудова размерных ланцугоў.	71
2.4.3. Метады разліку размерных ланцугоў	73
2.5. Асновы базіравання дэталяў і загатоўак	77
2.5.1. Спосабы ўстаноўкі загатоўак для апрацоўкі.	82
2.5.2. Паверхні, якія адрозніваюцца пры ўстаноўцы загатоўак для апра- цоўкі.	83
2.5.3. Асаблівасці базіравання загатоўак пры механічнай апрацоўцы	91
2.6. Фактары, якія ўплываюць на дакладнасць апрацоўкі.	97
2.6.1. Паняцце аб дакладнасці.	97
2.6.2. Паняцце аб жорсткасці і падатлівасці тэхналагічнай сістэмы	99

2.6.3. Метады вызначэння жорсткасці тэхналагічнай сістэмы	102
2.6.4. Уплыў пераменнай жорсткасці тэхналагічнай сістэмы на хібнасць апрацоўкі.	108
2.6.5. Уплыў геаметрычных хібнасцей станкоў і прыстасаванняў і іх зносу на дакладнасць апрацоўкі	110
2.6.6. Уплыў тэмпературных дэфармацый станка, рэжучага інструмента і апрацоўваемай дэталі на дакладнасць механічнай апрацоўкі.	114
2.6.7. Разлік сумарных хібнасцей апрацоўкі пры аўтаматычным атрымання размераў і пры настройцы па пробных хадах	117
2.7. Якasць паверхні дэталей машын	120
2.7.1. Паняцце аб якасці паверхневага слоя	120
2.7.2. Метады даследаванняў уласцівасцей паверхневых слаёў	125
2.7.3. Узаемасувязь параметраў шурпатасці паверхні дэталей з умовамі іх апрацоўкі.	126
2.7.4. Фізіка-механічныя ўласцівасці паверхневага слоя заготовак і дэталей	134
2.7.5. Уплыў якасці паверхняў на эксплуатацыйныя ўласцівасці дэталей машын	137
2.7.6. Метады даследавання і вымярэння механічных, фізічных і хімічных уласцівасцей матэрыялу	142
2.7.6.1. Вызначэнне механічных уласцівасцей матэрыялаў	142
2.7.6.2. Статычныя выпрабаванні	144
2.7.6.3. Выпрабаванні пры пераменных нагрузках (на стомленасць) ..	150
2.7.6.4. Дынамічныя выпрабаванні	154
2.7.6.5. Выпрабаванні на вязкасць разбурэння	158
2.7.6.6. Выпрабаванні пры нізкіх тэмпературах	161
2.7.6.7. Выпрабаванні пры павышаных тэмпературах; вызначэнне паўзучасці	162
2.7.7. Вызначэнне цвёрдасці матэрыялаў	166
2.7.8. Вызначэнне фізічных і хімічных уласцівасцей	170
2.7.8.1. Вызначэнне фізічных уласцівасцей	170
2.7.8.2. Вызначэнне хімічных уласцівасцей	171
2.7.9. Метады ўмацавальнай тэхналогіі.	175
2.7.9.1. Апрацоўка пластычным дэфармаваннем.	175
2.7.9.2. Іонная імплантацыя	178
2.7.9.3. Азатаванне.	179
2.7.9.4. Лазерная апрацоўка	182
2.7.9.5. Прамысловыя развітыя спосабы нанясення пакрыццяў	186
2.8. Распрацоўка тэхналагічных працэсаў механічнай апрацоўкі дэталей	195
2.8.1. Адпрацоўка канструкцый машын і дэталей на тэхналагічнасць.	195
2.8.1.1. Паняцце аб тэхналагічнасці канструкцыі дэталей машын.	195
2.8.1.2. Узровень стандартызацыі і ўніфікацыі вырабу і яго састаўных частак	197
2.8.1.3. Сістэмны падыход да ўніфікацыі аб'ектаў матэрыялабудавання. .	199
2.8.1.4. Правілы адпрацоўкі вырабу на тэхналагічнасць	205
2.8.2. Характарыстыка метадаў атрымання заготовак	210
2.8.2.1. Віды заготовак	210
2.8.2.2. Тэхніка-эканамічны аналіз пры выбары метаду атрымання загатоўкі.	211
2.8.2.3. Характарыстыкі спосабаў атрымання літых заготовак	213

2.8.2.4. Спосабы атрымання заготовак пластычнай дэфармацыяй . . .	215
2.8.2.5. Прыпускі на апрацоўку	218
2.8.3. Аналіз зыходных даных пры праектаванні	224
2.8.3.1. Метадалогія распрацоўкі тэхналагічных працэсаў	224
2.8.3.2. Вызначэнне тыпу вытворчасці	228
2.8.3.3. Устаноўленне паслядоўнасці апрацоўкі і змест аперацый	230
2.8.3.4. Выбар тыпу і асноўных размераў абсталявання	235
2.8.3.5. Праектаванне тэхналагічных аперацый	239
2.8.3.6. Выбар мадэлі станка	246
2.8.4. Назначэнне рэжымаў рэзання і нормаў часу на аперацыі механічнай апрацоўкі	248
2.8.4.1. Вызначэнне рэжымаў рэзання для адна- і многаінструментальных наладак	248
2.8.4.2. Метады ацэнкі распрацаваных тэхналагічных працэсаў	253
2.8.4.3. Шляхі павышэння эфектыўнасці вытворчасці вырабаў	257
2.8.5. Распрацоўка тыпавых і групавых тэхналагічных працэсаў	258
2.8.5.1. Сутнасць і задачы тыпізацыі тэхналагічных працэсаў	258
2.8.5.2. Асноўныя этапы тыпізацыі: класіфікацыя дэталей і распрацоўка тыпавых тэхналагічных працэсаў	259
2.8.5.3. Групавая апрацоўка дэталей	261
2.8.5.4. Спецыфіка праектавання тэхналагічных працэсаў групавой апрацоўкі	263

Раздзел 3. Тэхналагічныя працэсы вырабу тыпавых дэталей рухавікоў унутранага згарання

3.1. Метады апрацоўкі вонкавых паверхняў дэталей вярчэння	268
3.1.1. Спосабы апрацоўкі тарцоў валоў. Віды цэнтральных адтулін і спосабы іх атрымання	268
3.1.2. Расчлянэнне апрацоўкі на чарнавыя і чыставыя аперацыі	272
3.1.3. Спосабы аддзелкі вонкавых паверхняў вярчэння	275
3.1.4. Апрацоўка адтулін працягваннем і прашываннем	280
3.1.5. Метады шліфавання адтулін	284
3.1.5.1. Круглае шліфаванне ўнутраных паверхняў	284
3.1.5.2. Круглае бясцэнтравае шліфаванне ўнутраных паверхняў	287
3.1.6. Аддзелачныя метады апрацоўкі адтулін	288
3.2. Метады апрацоўкі плоскіх паверхняў	298
3.2.1. Апрацоўка паверхняў струганнем	299
3.2.2. Фрэзераванне спадарожнае і сустрэчнае	301
3.2.3. Фрэзераванне плоскасцей	303
3.2.4. Працягванне плоскасцей	304
3.2.5. Спосабы шліфавання плоскасцей	305
3.2.6. Метады аддзелкі плоскасцей	309
3.3. Метады ўтварэння рэзьбавых паверхняў	310
3.3.1. Класіфікацыя рэзьбаў, якія выкарыстоўваюцца ў машынабудаванні	310
3.3.2. Нарэзанне разьбы разцамі і рэзьбавымі грэбнямі	312
3.3.3. Нарэзанне разьбы плашкамі	316
3.3.4. Рэзьбафрэзераванне	319
3.3.4.1. Фрэзераванне кароткіх рэзьбаў	320
3.3.4.2. Фрэзераванне доўгіх рэзьбаў	321
3.3.5. Накатванне рэзьбаў	321
3.3.6. Рэзьбашліфаванне	323

3.3.6.1. Тэхналагічныя метады рэзьбашліфавання	323
3.3.6.2. Асаблівасці рэзьбашліфавання.	328
3.3.7. Віхравое наразанне разьбы	329
3.3.8. Наразанне ўнутраных рэзьбаў	333
3.3.9. Дакладнасць рэзьбаапрацоўкі.	337
3.4. Апрацоўка зубоў зубчастых колаў.	339
3.4.1. Агульныя звесткі	339
3.4.2. Чарвячныя колы	342
3.4.3. Выраб чарвякоў.	346
3.4.4. Фрэзераванне зубоў цыліндрычных зубчастых колаў метадам капіравання.	349
3.4.5. Зубапрацягванне цыліндрычных зубчастых колаў.	351
3.4.6. Зубафрэзераванне метадам абкаткі цыліндрычных шасцерняў	353
3.4.7. Наразанне зубоў даўбяком метадам абкаткі	356
3.4.8. Накатванне зубчастых колаў	359
3.4.9. Метады чыставой апрацоўкі зубоў цыліндрычных зубчастых колаў	360
3.4.9.1. Шэвінгаванне	360
3.4.9.2. Шліфаванне цыліндрычных зубчастых колаў	361
3.4.9.3. Зубаханінгаванне	367
3.4.9.4. Даводачныя працэсы зубаапрацоўкі	368
3.4.10. Спосабы закруглення зубоў зубчастых колаў.	369
3.4.11. Наразанне зубоў канічных зубчастых колаў.	371
3.4.11.1. Канічныя колы. Агульныя звесткі	371
3.4.11.2. Фрэзераванне зубоў канічных зубчастых колаў метадам абкаткі	375
3.4.11.3. Бесперапыннае зубафрэзераванне	377
3.4.11.4. Фрэзераванне зубоў канічных колаў метадам капіравання	382
3.4.11.5. Наразанне зубоў зубчастых колаў на працяжных станках	383
3.4.12. Адзелка зубоў канічных колаў.	384
3.4.12.1. Зубашліфаванне канічных зубчастых колаў.	384
3.4.12.2. Апрацоўка на зубапрыцірачных станках	385
3.4.12.3. Кантроль дэталей зубчастых перадач	387
3.4.13. Метады апрацоўкі шліцавых злучэнняў.	388
3.4.13.1. Віды шліцавых злучэнняў і іх выкарыстанне ў вытворчасці рухавікоў	388
3.4.13.2. Спосабы апрацоўкі шліцавых злучэнняў	389
3.4.13.3. Кантроль шліцавых злучэнняў.	392

Раздзел 4. Праектаванне тэхналагічных працэсаў зборкі машын і механізмаў 395

4.1. Агульныя паняцці аб зборцы	395
4.2. Віды і арганізацыйныя формы зборкі	398
4.2.1. Класіфікацыя відаў зборкі.	398
4.2.2. Арганізацыйныя формы зборкі	400
4.3. Праектаванне тэхналагічных працэсаў зборкі.	404
4.3.1. Зыходныя даныя для праектавання тэхналагічнага працэсу зборкі	404
4.3.2. Устанаўленне паслядоўнасці аперацый зборкі	404
4.3.3. Выбар тэхналагічнага абсталявання і прыстасаванняў пры зборцы	406
4.3.4. Паказчыкі, якія характарызуюць распрацаваны тэхналагічны працэс	408
4.3.5. Працаёмкасць зборачнага працэсу.	410

Спіс выкарыстаных крыніц	414
---	------------