

І.О. ГРИГУРКО, М.Ф. БРЕНДУЛЯ, С.М. ДОЦЕНКО

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів

Видання друге доповнене та перероблене

Львів
«Новий Світ - 2000»
2020

ББК 34.5-5-02я73
Г 83
УДК 621.001.2 (075.8)

Рекомендовано Міністерством освіти та науки України
як навчальний посібник, лист № 14/18 – Г – 25 від 12.01.13р.

Рецензенти: **Р.С.Захаров** – кандидат технічних наук, доцент Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова;
П.Я. Ревнюк – кандидат технічних наук, директор ВАТ „Українського науково-дослідного інституту технології суднового машинобудування” м.Миколаїв.

І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко
Г 83 Технологія машинобудування (дипломне проектування) : навч. посіб.
І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко, 2-ге видання доп. і перероб.
– Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. – 744 с. 302с.+ диск

ISBN 966-418-044-0

Викладено науково-методичні рекомендації щодо проектування дипломних проектів у машинобудівних навчальних закладах приближених до виробництва з дисциплін «Технологія обробки типових деталей», «Проектування технологічних процесів», «Економіка, організація та планування виробництва», які допомагають студентам краще засвоїти теоретичний матеріал і використовувати його на практиці.

ББК 34.5-5-02я73
УДК 621.001.2 (075.8)

© І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля,
С.М. Доценко, 2020
© «Новий Світ – 2000», 2020

ЗМІСТ

Умовні позначення	6
Передмова	9
Глава 1. МЕТА, ЕТАПИ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	
1.1. Мета, етапи та послідовність виконання дипломного проекту.....	11
1.2. Тематика дипломних проектів у машинобудуванні.....	15
1.3. Загальні вимоги щодо оформлення дипломного проектування.....	18
1.4. Вибір теми для дипломного проекту та порядок видачі завдання на дипломне проектування.....	25
1.5. Основні задачі переддипломної виробничої практики	28
1.6. Зміст переддипломної виробничої практики	29
1.7. Щоденник – звіт щодо проходження переддипломної практики	32
Глава 2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО АНАЛІЗУ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ТА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЬОГО В ЗАГАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.	
Рекомендації щодо оформлення «ВСТУПУ».....	34
2.1. Короткий опис конструкції деталі та її характеристика	35
2.2. Аналіз технічних вимог	36
2.3. Матеріал деталі та його властивості	36
2.4. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	37
2.5. Вибір типу виробництва та його характеристика.....	42
Глава 3.МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ, ЩОДО РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗДІЛУ В ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУВАННІ.	
3.1. Вибір виду та методу одержання заготовки.....	48
3.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	54
3.3. Визначення міжопераційних припусків та операційних розмірів вихідної заготовки.....	58
Глава 4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО РОЗРОБКИ МАРШРУТ-НОГО ТЕХПРОЦЕСУ	
4.1. Види та комплектність документів.....	67
4.2. Основні принципи проектування техпроцесів механічної обробки.....	68
4.3. Правила оформлення карт технологічного процесу.....	71
4.4. Методичні вказівки, щодо проектування технологічних процесів механічної обробки деталей.....	80
Глава 5. ВКАЗІВКИ ЩОДО РОЗРОБКИ СХЕМ БАЗУВАННЯ	
5.1. Визначення способу базування при установці і закріпленні заготовки.....	109
Глава 6. МЕТОДИКА ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ, РІЖУЧОГО ТА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА	
6.1.Вибір технологічного обладнання.....	116

6.2. Вибір та проектування пристосування (оснастки).....	117
6.3. Вибір ріжучого інструмента.....	138
6.4. Вибір і розрахунок вимірювального інструмента.....	147
Глава 7. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ТА НОРМУВАННЯ РОБІТ, МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ	
7.1. Розрахунок режимів різання та нормування робіт однієї операції.....	151
7.2. Техніко-економічне порівняння двох варіантів технологічного процесу.....	228
Глава 8. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО НАУКОВОЇ ЧАСТИНИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	
Приклад 8.1. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей методом поверхневого зміцнення деталі чеканкою.....	240
Приклад 8.2. Підвищення якості, зміцнення мікротвердості поверхневого шару металу деталі «Клапан».....	244
Приклад 8.3. Методи сумісного багатокругового шліфування шийок деталі «Вісь».....	245
Приклад 8.4. Триботехнологічне забезпечення отриманої контурної площі і шорсткості пар тертя.....	246
Приклад 8.5. Триботехнологічне забезпечення довговічності деталей хімікотермічним методом зміцнення зубчастих поверхонь.....	248
Приклад 8.6. Нарізання різьби обертаючою різцевою голівкою (вихрвовим методом).....	250
Глава 9. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ В ЕКОНОМІЧНОМУ РОЗДІЛІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	
9.1. Розрахункова частина виробництва.....	254
9.1.1. Виробничі розрахунки дільниці.....	254
9.1.2. Розрахунок споживчої кількості обладнання та його завантаження.....	259
9.1.3. Визначення чисельності працюючих на дільниці.....	260
9.1.4. Визначення середнього тарифного-кваліфікаційного розряду та середньо погодинної тарифної ставки основним робочих.....	264
9.2. Організація виробництва на дільниці.....	265
9.2.1. Організація технологічного планування обладнання та робочих місць на дільниці.....	265
9.2.2. Організація робочих місць на дільниці.....	266
9.2.3. Організація транспортування виробів на дільниці.....	267
9.2.4. Організація інструментального господарства.....	267
9.2.5. Організація технічного контролю.....	269
9.3. Економічна частина виробництва.....	276
9.3.1. Визначаємо фонд зарплати виробничих працівників.....	276

9.3.2. Визначення фонду зарплати основних та допоміжних працівників, ІТП, ОКС, МОП.....	276
9.3.3. Розрахунок собівартості деталі.....	277
9.3.4. Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	278
9.3.5. Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	279
9.3.6. Результативна частина економічного розділу.....	280
Глава 10. МЕТОДИ ВИКОНАННЯ ЩОДО РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ	
10.1. Заходи щодо додержання вимог техніки безпеки та протипожежні заходи на дільниці.....	283
10.2. Виробнича санітарія та гігієна праці.....	285
10.3. Виробниче освітлення та вентиляція на дільниці.....	287
10.4. Захист від шуму та виробничих вібрацій.....	289
10.5. Розрахунок захисного заземлення на дільниці.....	290
10.6. Заходи щодо профілактики протипожежного захисту на дільниці.....	292
10.7. Охорона навколишнього середовища на виробництві.....	292
Глава 11. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	
11.1. Етапи роботи та події щодо виконання дипломного проекту.....	293
11.2. Підготовка до захисту дипломних проектів.....	298
11.3. Проведення захисту дипломного проектів.....	299
11.4. Помилки та недоліки в дипломних проектах.....	300
Зразки виконання дипломних проектів щодо розробки технологічних процесів на виготовлення деталей «Вал–шестірня» і «Зубчасте колесо»...302	
Додатки.....	540

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

$A_{у\text{ел}}$ – число уніфікованих розмірів конструктивних елементів;

$A_{\text{ел}}$ – число конструктивних елементів в деталі;

$K_{у\text{ел}}$ – коефіцієнт уніфікації;

$K_{\text{вм}}$ – коефіцієнт використання метала;

$M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$ – маса заготовки, кг;

$K_{\text{т}}$ – рівень технологічності конструкції;

$T_{\text{пр}}$ – проектна трудомісткість виготовлення деталей, н-год;

$T_{\text{баз}}$ – базова трудомісткість виготовлення деталей, н-год;

$K_{\text{с}}$ – рівень технологічності конструкції за собівартістю;

$C_{\text{пр}}$ – проектна собівартість виготовлення виробів, грн.;

$C_{\text{баз}}$ – базова собівартість виготовлення виробів, грн;

$K_{\text{м}}$ – матеріаломісткість;

P – середня потужність верстатів на дільниці;

$T_{\text{в}}$ – такт випуску, хв.;

$\Phi_{\text{дл}}$ – дійсний фонд часу роботи лінії за рік, н-год;

$D_{\text{вих}}$ – суботні та вихідні дні;

$D_{\text{св}}$ – кількість святкових днів;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт, що враховує утрати часу на ремонт;

$K_{\text{рп}}$ – коефіцієнт, що враховує регламентні перерви;

$P_{\text{в}}$ – річна програма випуску, шт.;

$P_{\text{зап}}$ – партія запуску деталей, шт.;

$P_{\text{вип}}$ – річний об'єм випуску деталей, шт.;

$R_{\text{д}}$ – кількість робочих днів за рік;

q – необхідний запас деталей на складі в днях;

$K_{\text{зо}}$ – коефіцієнт закріплення операцій;

O – кількість різних операцій;

R – кількість робочих місць;

$T_{\text{в}}$ – тривалість такту випуску деталей;

V – об'єм штампованої заготовки;

γ – питома вага матеріалу;

$D_{\text{заг}}$ – діаметр заготовки, мм;

$L_{\text{заг}}$ – довжина заготовки, мм;

$\ell_{\text{дет}}$ - довжина деталі, мм;
 $P_{\text{заг}}$ – припуск загальний, мм;
 $B_{\text{різ}}$ – ширина різку, мм;
 $B_{\text{заг}}$ – вартість заготовки, грн.;
 Z_i – міжопераційний припуск, мм;
 $R_{Z_{i=1}}$ – висота мікронерівностей, мкм;
 $T_{i=1}$ – глибина дефектного шару, мкм;
 $\rho_{\text{ко}}$ – спільна кривизна заготовки, мкм;
 E_y – похибка установки деталі, мм;
 R_k – загальне відхилення осі від прямолінійності, мм;
 $\rho_{\text{ц}}$ – похибка зацентровки поковки, мкм;
 E_3 – похибка закріплення, мм;
 E_6 – похибка базування, мм;
 ΔK – питома кривизна, мкм;
 ΔY – зміщення осі заготовки;
 IT_0 – допуск на діаметральний розмір бази заготовки, мм;
 Δ - величина залишкових просторових відхилень, мкм;
 K_y – коефіцієнт уточнення;
 Z_{max} – максимальний припуск, мм;
 Z_{min} – мінімальний припуск, мм;
 N – натяг;
 ρ - тиск стисненого повітря, МПа;
 $F_{\text{пр}}$ – сила привода, Н;
 $F_{\text{зат}}$ – вимоглива сила затискання деталі на кожному кулачку, Н;
 m – кількість кулачків, шт.;
 f – коефіцієнт тертя;
 K_T – коефіцієнт, включаючий допоміжні сили тертя в патроні;
 F_p – сила різання, Н;
 K_0 – гарантований коефіцієнт запасу;
 $F_{\text{пц}}$ – передаюча штоком сила у пневмоциліндрах, Н;
 t – глибина різання, мм;
 S_3 – подача на зуб, мм/зуб;
 V_p – швидкість різання, м/хв;
 n – частота обертів шпинделя, хв⁻¹
 $M_{\text{кр}}$ – крутний момент, Нм;

$M_{пр}$ – приведений момент, Нм;
 $M_{зг}$ – момент згинання, Нм;
 W – момент опору, м³;
 $M_{об}$ – момент обертів фрези, Нм;
 ζ – допустима напруга, МПа;
 T_M – технологічний (машинний) час, хв;
 $T_{ду}$ – допоміжний час на установку та закріплення деталей, хв;
 $T_{шт}$ – штучний час, хв;
 $T_{шт к}$ – штучно-калькуляційний час, хв;
 $T_{м доп}$ – машинно-допоміжний час, хв;
 $T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;
 $T_{оп}$ – оперативний час, хв;
 $T_{від}$ – час на відпочинок, особисті споживання, хв;
 $T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, хв

ПЕРЕДМОВА

Сучасні тенденції розвитку машинобудування в незалежній Україні, які орієнтуються на підвищення якості та конкурентноспроможності машинобудівних виробів, на широке застосування прогресивних конструкційних і інструментальних матеріалів, сучасної технології, на комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПК, напівавтоматів та іншого автоматизованого обладнання, потрібна підготовка висококваліфікованих спеціалістів, з глибокими теоретичними знаннями, які спроможні практично їх використовувати у своїй виробничій діяльності.

На даному етапі розвитку комп'ютеризації в технологічних процесах, інженери-технологи, інженери-конструктори та інженери-механіки масових спеціальностей «Технологія машинобудування» та «Металоріжучі верстати і інструменти» повинні володіти комп'ютерною технікою, за допомогою якої майбутні спеціалісти можуть використовувати в роботі для проведення розрахунків технологічних розмірних ланцюгів, розмірного аналізу технологічних процесів, вибору раціональних схем базування заготовок, розрахунків, похибок установки та закріплення заготовки в пристосуванні, що впливає на точність механічної обробки, розрахунків припусків, оптимальних режимів обробки, норм часу і технологічної собівартості, а також володіти практичними навичками щодо розробки технологічних процесів на технологічних картах.

Дипломний проект – це перша велика самостійна робота майбутніх інженерів-технологів, конструкторів, механіків, яка наділена на вирішення конкретних задач в галузі удосконалення технології, організації виробництва та покращення техніко-економічних показників роботи дільниці або цеха.

В запропонованому навчально-методичному посібнику призначеному для студентів машинобудівних спеціальностей вузів, які вивчають курс «Технологія обробки типових деталей», «Проектування технологічних процесів» розглядаються правила заповнення технологічних карт техпроцесів механічної обробки деталей у машинобудуванні, розрахунки режимів різання та норм часу, також наведені зразки маршрутно-операційних техпроцесів механічної обробки типових деталей на металоріжучих верстатах, оснащених системами з ЧПК.

Для виконання дипломних проектів, зміст навчально-методичного посібника дає змогу вивчення методики розробки маршрутних, маршрутно-операційних, та операційних технологічних процесів механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК із застосуванням системи автоматизованого проектування (САПР), проектування операцій для верстатів з ЧПК, включаючи технологічні дані для складання керуючих програм, проектування оснастки, а також проведення розрахунків режимів різання і норм часу на

мікро-ЕОМ.

Мета навчально-методичного посібника - ознайомлення студентів-випускників, а особливо тих хто навчається без відриву від виробництва, з тематикою дипломного проектування та змістом дипломного проектування. Теми дипломних проектів повинні бути актуальними, відповідати сучасним вимогам науки та техніки, враховувати реальні задачі машинобудування. Робота над проектом повинна базуватися безпосередньо на конкретному матеріалі виробництва, на якому проводиться переддипломна практика.

При укладанні даного навчально-методичного посібника систематизовані та згруповані більша кількість матеріалу, одержаних з досвіду роботи ведучих технологів заводів України та розрахунків дипломних проектів студентів-випускників і викладачів Первомайського політехнічного інституту та інших технічних вузів і можуть бути застосовані при проведенні розрахунків в дипломних проектах студентами-випускниками та інженерно-технічними працівниками базових заводів.

Навчальний посібник створений авторами доцентом НУК І.О.Григурко, кандидатом технічних наук, професором М.Ф. Брендуню, кандидатом технічних наук, доцентом НУК С.М. Доценко спільно.

Автори вдячні кандидату технічних наук, доценту Р.С.Захарову та кандидату технічних наук, П.Я. Ревнюку за цінні поради та зауваження, які були висловлені ними при рецензуванні рукопису.

Автори адресують слова подяки викладачам, а особливо завідувачому лабораторії І.А.Капурі та інженеру – технологу Терлецькій О. М. за допомогу в комп'ютерній верстці, а також студентам Первомайського політехнічного інституту Миколаївського національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова які приймали участь в апробації посібника, інженерам підприємств ВАТ „Первомайськдизельмаш”, ВАТ „Фрегат” і ВАТ „Бриг”, співпраця з якими зробила можливим появу цього видання.

Подяка працівникам видавництва „Новий світ - 2000” верстальникам, редактору та керівнику видавничого проекту С.В. Пічі, чий новаторський погляд на роль навчальної літератури на сучасному етапі еволюції знань та професіоналізм створили умови для народження даного видання.