

**І.О. ГРИГУРКО, С.М. АНАСТАСЕНКО, С.М. ДОЦЕНКО**

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ  
В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ**

**Практикум**

Рекомендовано вченою радою НУК, як навчальний посібник  
для студентів вищих навчальних закладів

Львів  
Новий Світ-2000  
2020

ББК 34.54я7  
Г83  
УДК 658 (075.8)

Рекомендовано до друку вченою радою НУК, як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, протокол № 6 від 26.06.2015 року

Рецензенти: О.С. Каіров – доктор технічних наук, професор Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова.  
Ревнюк П.Я. – кандидат технічних наук, директор ВАТ „Українського науково-дослідного інституту технології суднового машинобудування” м. Миколаїв

**І.О. Григурко., С.М. Анастасенко, С.М. Доценко**

Г.83.«Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні» (практикум).

Навчальний посібник – м. Львів : "Новий Світ -2000", 2020.–348с.

Навчальний посібник підготовлений згідно основних вимог та програми курсу «Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні» (практикум)», затвердженої Міністерством освіти і науки України. В ньому послідовно викладено науково-методичні рекомендації щодо виконання контрольних, самостійних, практичних робіт та методики вирішення практичних типових задач приближених до виробництва з дисциплін «Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні» (практикум)», «Технологія машинобудування», які допомагають студентам краще засвоїти теоретичний матеріал і використовувати його на практиці.

ISBN 978-617-7519-02-6

ББК 34.54я7  
Г83  
УДК 621 (075.8)  
© І.О. Григурко,  
С.М Анастасенко, С.М. Доценко.

© ФОП Піча С.В., «Новий Світ – 2000», 2020

## ЗМІСТ

Умовні позначення	5
Передмова	7
Модуль 1. Організаційно-методичні основи проектування технологічних процесів	10
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Типи виробництва та їх характеристика.	10
Тема 2 Складові частини і структура техпроцесів та вихідна інформація для розробки техпроцесів.	13
Тема 3 Стадії та послідовність проектування технологічних процесів.	15
Тема 4 Етапи проектування технологічних процесів.	20
Тема 5 Вибір виду технологічного процесу, шляхи і методи їх реалізації при технологічному проектуванні.	22
Практична робота № 1. Провести аналіз розробленого технологічного процесу на виготовлення деталі «Вал-шестірня».	57
Практична робота № 2. Розробити маршрутний технологічний процес на виготовлення деталі «Напівмуфта».	89
Модуль 2. Проектування одиничних типових і групових технологічних процесів механічної обробки.	113
Тема 6.Послідовність проектування технологічних процесів виготовлення деталей.	113
Тема 7.Вибір технологічних баз, технологічного обладнання, пристроїв, різального та допоміжного інструментів.	142
Тема 8.Вибір засобів механізації і автоматизації механічної обробки деталей.	143
Тема 9.Проектування схем інструментального налагодження.	144
Практична робота № 3. Розробити маршрутний технологічний процес на виготовлення деталі «Вал-шліцьовий».	160
Практична робота № 4. Розробити маршрутний технологічний процес на виготовлення деталі «Зубчасте колесо».	193
Практична робота № 5. Розробити маршрутний технологічний процес на виготовлення деталі «Напівмуфта зубчаста».	219
Модуль 3. Проектування технологічних процесів на виготовлення деталей машин.	243
Тема 10. Методи проектування типових і групових технологічних процесів.	243
Тема 11.Проектування технологічних операцій для автоматів і напівавтоматів.	244
Тема 12.Послідовність проектування технологічних процесів виготовлення деталей на автоматичних лініях.	245
Тема 13.Вибір обладнання та технологічної оснастки, міжоперацій-	246

них транспортних і завантажувальних пристроїв.	
Тема 14.Проектування налагодження верстатів.	250
Тема 15.Проектування технологічних операцій обробки заготовок на агрегатних верстатах.	251
Тема 16.Розробка маршруту обробки заготовки на агрегатних верстатах.	251
Тема 17.Технологічні основи обробки заготовок на токарних верстатах з ЧПК.	251
Тема 18.Технологічні основи обробки заготовок на свердлильних верстатах з ЧПК.	252
Тема 19.Технологічні основи обробки заготовок на фрезерних верстатах з ЧПК.	252
Практична робота № 6. Розробка технологічної операції з оформленням технологічної наладки на токарному напівавтоматі моделі 1Н713.	255
Практична робота № 7. Розробка технологічної операції з оформленням технологічної наладки на токарну операцію з ЧПК.	270
Модуль 4. Послідовність проектування та розробка технологічних процесів складання машин.	289
Тема 20.Види складання і форми організації складальних робіт. Загальні поняття щодо розробки технологічних процесів складання виробів	289
Тема 21.Послідовність проектування типових і групових технологічних процесів складання виробів. Складання збірних одиниць з підшипниками і зубчастими деталями.	289
Тема 22.Методика порівняльного техніко-економічного аналізу варіантів технології.	290
Практична робота № 8. Розробка схеми складальних елементів і технологічного процесу складання вузла «Пневматичного циліндра».	292
Практична робота № 9. Розробка схеми складальних елементів і технологічного процесу складання вузла «Черв'ячного редуктора».	297
Практична робота № 10. Розробка схеми складальних елементів і технологічного процесу складання вузла «Маточина».	302
Додатки	309
Література	345

## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

$K_{\text{вм}}$	– 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;
$K_{\text{м}}$	– матеріаломісткість;
$T_{\text{в}}$	– такт випуску, хв.;
$\Phi_{\text{дл}}$	– дійсний фонд часу роботи лінії за рік, н-год;
$P_{\text{в}}$	– річна програма випуску виробів, 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;
$R_{\text{м}}$	– кількість робочих місць;
$T_{\text{в}}$	– тривалість такту випуску деталей;
$V$	– об'єм штапованої заготовки;
$\gamma$	– питома вага матеріалу;
$D_{\text{заг}}$	– діаметр заготовки, мм;
$L_{\text{заг}}$	– довжина заготовки, мм;
$L_{\text{дет}}$	– довжина деталі, мм;
$P_{\text{заг}}$	– припуск загальний, мм;
$B_{\text{різ}}$	– ширина різки, 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;
$\epsilon_y$	– похибка установки деталі, мм;
$\rho_{\text{к}}$	– загальне відхилення осі від прямолінійності, мм;
$\rho_{\text{ц}}$	– похибка зацентровки поковки, мкм;
$\epsilon_3$	– похибка закріплення, мм;
$\epsilon_6$	– похибка базування, мм;
$\Delta K$	– питома кривизна, мкм;
$\Delta U$	– зміщення осі заготовки;
$\Pi_0$	– допуск на діаметральний розмір бази заготовки, мм;
$\Delta$	– величина залишкових просторових відхилень, мкм;
$K_y$	– коефіцієнт уточнення;

$Z_{\max}$	– максимальний припуск, мм;
$Z_{\min}$	– мінімальний припуск, мм;
$N$	– натяг;
$\rho$	– тиск стисненого повітря, МПа;
$F_{\text{пр}}$	– сила приводу, Н;
$F_{\text{зат}}$	– вимоглива сила затискання деталі на кожному кулачку, Н;
$m$	– кількість кулачків, шт.;
$f$	– коефіцієнт тертя;
$K_{\text{т}}$	– коефіцієнт, який враховує допоміжні сили тертя в патроні;
$F_{\text{р}}$	– сила різання, Н;
$K_{\text{о}}$	– гарантований коефіцієнт запасу;
$F_{\text{пц}}$	– передаюча штоком сила у пневмоциліндрах, Н;
$t$	– глибина різання, мм;
$S_{\text{з}}$	– подача на зуб, мм/зуб;
$V_{\text{р}}$	– швидкість різання, м/хв;
$n$	– частота обертів шпинделя, хв <sup>-1</sup>
$M_{\text{кр}}$	– крутний момент, Нм;
$M_{\text{пр}}$	– приведений момент, Нм;
$M_{\text{зг}}$	– момент згинання, Нм;
$W$	– момент опору, м <sup>3</sup> ;
$M_{\text{об}}$	– момент обертів фрези, Нм;
$\sigma$	– допустима напруга, МПа;
$T_{\text{м}}$	– технологічний (машинний) час, хв.;
$T_{\text{ду}}$	– допоміжний час на установку та закріплення деталей, хв.;
$T_{\text{шт}}$	– штучний час, хв.;
$T_{\text{шт к}}$	– штучно-калькуляційний час, хв.;
$T_{\text{м. доп}}$	– машинно-допоміжний час, хв.;
$T_{\text{обс}}$	– час на обслуговування робочого місця, хв.;
$T_{\text{оп}}$	– оперативний час, хв.
$T_{\text{від}}$	– час на відпочинок, особисті потреби виконавця, хв.
$T_{\text{пз}}$	– підготовчо-заключний час, хв.

## Передмова

Кредитно-модульна система організації навчального процесу - це модель організації навчального процесу, яка ґрунтується на поєднанні модульних технологій навчання та залікових освітніх одиниць (залікових кредитів). Навчальний процес в умовах КМСОНП здійснюється за блоками змістових модулів (БЗМ) у таких організаційних формах: навчальні заняття, виконання індивідуальних завдань, самостійна робота студентів, практична підготовка, контрольні заходи. В кожен БЗМ входять: лекції, практичні заняття та самостійна робота. Закінчується БЗМ модульним контрольним заходом. Для підвищення рівня підготовки проводиться також індивідуальна робота зі студентами.

За два семестри передбачено розподіл матеріалу дисципліни на 4 блоки змістових модулів (БЗМ): перший, БЗМ-1 – «Організаційно-методичні основи проектування технологічних процесів», БЗМ-2 – «Проектування одиничних типових і групових технологічних процесів», БЗМ-3 – «Проектування техпроцесів на виготовлення деталей машин», БЗМ-4 – «Послідовність проектування та розробка технологічних процесів складання машин».

В лекційній частині дисципліни передбачено вивчення в обсязі 45 годин самого основного матеріалу. Студенти вивчають базування та послідовність проектування технологічних процесів обробки деталей та складання виробів, проектування технологічних наладок на верстати напівавтомати, вибір засобів автоматизації і механізації механічної обробки деталей.

При виконанні практичних робіт студенти закріплюють теоретичні знання та одержують практичні навички при проектуванні технологічних процесів і технологічних наладок на механічну обробку та складання машин. При виконанні практичних робіт закріплюється розуміння студентами термінів, позначень, параметрів та загальних положень технології машинобудівного виробництва, які ґрунтуються на існуючих у народному господарстві формах власності.

Практичні роботи більше ніж інша форма навчального процесу, мають потребу в конкретизації матеріалу, використанні діючих директивних, методичних і нормативних даних, а також в спеціалізації навчального матеріалу згідно профілю майбутніх фахівців.

Отже для оснащення практичних робіт такими матеріалами і нормативами повинна бути надана особлива увага, тому – що це розвиває навички використання діючих в галузі методик нормативів і наближує рішення задач до реальних умов. Тематика для практичних занять підібрана відповідно навантаження годин з курсу, що застосовується в типових програмах.

На самостійну роботу студентів відведено 63 години для вивчення теоретичного матеріалу з методів обробки поверхонь деталі, повторення лек-

ційного матеріалу, підготовки до практичних та модульних контрольних робіт і виконання завдань.

Мета викладання дисципліни: формування у студентів комплексу знань про виробництво та технологію виготовлення виробів; ознайомлення студентів з різноманітними методами обробки деталей на металоріжучих верстатах та з розробкою техпроцесів на її виготовлення; допомогти студентам навчитися проектувати маршрутні, маршрутно-операційні та операційні техпроцеси на механічну обробку деталей.

Дисципліна є теоретичною базою вивчення профільних дисциплін спеціальності, розвиває наукове мислення та пізнавальну діяльність студентів, визначає підготовку фахівця в галузі машинобудування. Теоретичні та практичні знання з дисципліни дозволяють студенту (фахівцю) моделювати робочі процеси, розробляти технологічні процеси на механічну обробку деталей. Дисципліна «Проектування технологічних процесів в судовому машинобудуванні (практикум)» взаємозв'язана з дисциплінами: «Технологічне обладнання», «Технологічне оснащення», «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів», «Ріжучий інструмент», «Технологія обробки типових деталей та складання машин».

Лекційна частина дисципліни знайомить студента з методами обробки поверхонь деталі, з методами розробки технологічних процесів на виготовлення деталей.

На практичних заняттях закріплюється лекційний матеріал, формуються інженерні навички щодо розробки технологічних процесів, складання технологічних схем наладок на різні види операцій. В результаті вивчення дисципліни «Проектування технологічних процесів в судовому машинобудуванні (практикум)»:

**Студент повинен знати :**

- основи побудови техпроцесів на виготовлення виробів;
- принципи проектування технологічних процесів;
- формування верстатних операцій, особливості багатOVERстатного обслуговування

**Студент повинен уміти:**

- проектувати техпроцеси МО деталей;
- вибирати обладнання, технологічну оснастку, інструмент, знаходити оптимальні варіанти їх використання, оформляти техдокументацію;
- проводити контроль дотримання техдисципліни;
- підготовлювати вихідні дані для автоматизованого проектування техпроцесів і організувати їх у виробництво;
- використовувати держстандарти та довідкову літературу.



При самостійному відпрацюванні учбового матеріалу рекомендується дотримуватися слідуючого порядку:

а) ознайомитися з програмою дисципліни;

б) підібрати потрібну літературу;

в) ретельно відпрацювати матеріал кожної теми і основні положення законспектувати, відповісти на питання для самоконтролю, котрі фіксують увагу на найбільш важливих моментах розібрання матеріалу і дають можливість перевірити степінь засвоєння;

г) всі питання, котрі виявилися незрозумілими після самостійного вивчення, слід записати і в'яснити згідно інших літературних джерел;

д) самостійно виконувати контрольну роботу і курсовий проект

При укладанні даного навчального посібника систематизовані та згруповані більша кількість матеріалу, одержаних від спеціалістів базових заводів «Первомайськдизельмаш», «Фрегат», «Бриг» та розрахунків дипломних проектів студентів – випускників і викладачів Первомайського інституту, Миколаївського Національного університету кораблебудування імені адмірала І.І. Макарова та інших технічних вузів і можуть бути застосовані при проведенні розрахунків у практичних, та курсових роботах.

Навчальний посібник створений колективом викладачів кафедри «ТЕ та ТМ», Первомайського інституту, Національного університету кораблебудування імені адмірала І.І.Макарова авторами доцентом НУК І.О. Григурко, к.т.н., С.М. Анастасенко, к.т.н., доцентом С. М. Доценко.

Автори вдячні д.т.н., професору Національного університету кораблебудування імені адмірала І. І. Макарова О.С.Каїрову та к.т.н., голові правління – директору ВАТ «Українського науково – дослідного інституту технології суднового машинобудування П. Я. Ревнюк за цінні поради та за уваження, що були викладені ними при рецензуванні рукопису.

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