

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

**О. Л. НІКОЛАЄВ, В. А. ПОЛІЩУК,  
М. М. ІВАХНЕНКО**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання дипломних робіт бакалаврів  
для студентів галузі знань 13 "Механічна інженерія"  
спеціальності 131 "Прикладна механіка"**

*Рекомендовано Методичною радою НУК*

Електронне видання  
комбінованого використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2016

УДК 621.002(076)  
ББК 34.5я73  
Н 63

*Автори:* О. Л. Ніколаєв, канд. техн. наук, доц.;  
В. А. Поліщук, канд. техн. наук, доц.;  
М. М. Івахненко, канд. техн. наук, доц.

*Рецензенти:* О. С. Рашковський, д-р техн. наук, проф.;  
Б. Г. Тимошевський, д-р техн. наук, проф.

**Ніколаєв О. Л.**

Н 63      Методичні вказівки до виконання дипломних робіт бакалаврів  
для студентів галузі знань 13 "Механічна інженерія" спеціальності  
131 "Прикладна механіка" / О. Л. Ніколаєв, В. А. Поліщук,  
М. М. Івахненко. – Миколаїв : НУК, 2016. – 113 с.

Розглянуто основні відомості, необхідні для виконання дипломної ро-  
боти бакалаврів. Освітлено тематику, обсяг і зміст дипломної роботи, наве-  
дено порядок виконання її розділів і захист.

УДК 621.002(076)  
ББК 34.5я73

Навчальне видання

**НІКОЛАЄВ** Олександр Львович  
**ПОЛІЩУК** Віталій Анатолійович  
**ІВАХНЕНКО** Микола Миколайович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання дипломних робіт бакалаврів  
для студентів галузі знань 13 "Механічна інженерія"  
спеціальності 131 "Прикладна механіка"**

Комп'ютерне верстання *В. В. Москаленко*  
Коректор *М. О. Паненко*

© Ніколаєв О. Л., Поліщук В. А.,  
Івахненко М. М., 2016  
© Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, 2016

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 6,6. Об'єм даних 2495 кб.  
Тираж 15 прим. Вид. № 19. Зам. № 91.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025  
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідчення суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

## ЗМІСТ

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                             | 5  |
| 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ .....                            | 6  |
| 1.1. Мета і завдання дипломного проектування .....                      | 6  |
| 1.2. Тематика дипломного проектування .....                             | 7  |
| 1.3. Етапи виконання дипломної роботи бакалавра .....                   | 8  |
| 1.4. Завдання на дипломне проектування .....                            | 9  |
| 1.5. Керівництво дипломним проектуванням .....                          | 10 |
| 1.6. Організація і порядок захисту дипломної роботи .....               | 12 |
| 1.6.1. Організація роботи Державної екзаменаційної комісії .....        | 12 |
| 1.6.2. Організація захисту дипломних робіт .....                        | 12 |
| 1.6.3. Рецензування дипломних робіт .....                               | 13 |
| 1.6.4. Підготовка до захисту та захист дипломних робіт ..               | 14 |
| 2. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ .....                                     | 17 |
| 2.1. Початкові дані для дипломного проектування .....                   | 17 |
| 2.2. Обсяг і структура дипломної роботи .....                           | 17 |
| 2.3. Оформлення дипломної роботи .....                                  | 19 |
| 3. РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА .....                              | 22 |
| 3.1. Вступ .....                                                        | 22 |
| 3.2. Загальна частина .....                                             | 22 |
| 3.2.1. Службове призначення, технічна характеристика виробу .....       | 22 |
| 3.2.2. Службове призначення, технічна характеристика деталі .....       | 23 |
| 3.2.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність .....        | 24 |
| 3.2.4. Визначення річної програми та типу виробництва ...               | 26 |
| 3.3. Технологічна частина .....                                         | 28 |
| 3.3.1. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі ..... | 28 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.2. Визначення способу отримання заготовки, визначення припусків .....                                     | 29  |
| 3.3.3. Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі .....                            | 31  |
| 3.3.4. Визначення міжопераційних припусків на механічну обробку деталі та виконання креслення заготовки ..... | 35  |
| 3.3.5. Розробка операцій механічної обробки деталі .....                                                      | 36  |
| 3.3.6. Визначення технологічної собівартості механічної обробки .....                                         | 43  |
| 3.3.7. Розробка технологічної документації .....                                                              | 44  |
| 3.3.8. Розробка технологічного процесу складання виробу .....                                                 | 45  |
| 3.4. Конструкторська частина .....                                                                            | 49  |
| 3.4.1. Проектування верстатного пристосування .....                                                           | 50  |
| 3.4.2. Проектування контрольних пристосувань .....                                                            | 55  |
| 3.4.3. Проектування спеціального ріжучого інструменту ..                                                      | 57  |
| 3.4.4. Проектування засобів механізації та автоматизації виробничого процесу .....                            | 61  |
| 3.5. Спеціальна частина .....                                                                                 | 63  |
| 3.6. Організаційно-економічна частина .....                                                                   | 64  |
| 3.7. Охорона праці і навколишнього середовища .....                                                           | 65  |
| СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....                                                                        | 66  |
| ДОДАТКИ .....                                                                                                 | 72  |
| ДОДАТОК А.....                                                                                                | 72  |
| ДОДАТОК Б.....                                                                                                | 74  |
| ДОДАТОК В.....                                                                                                | 77  |
| ДОДАТОК Г.....                                                                                                | 78  |
| ДОДАТОК Д.....                                                                                                | 81  |
| ДОДАТОК Е.....                                                                                                | 85  |
| ДОДАТОК Ж.....                                                                                                | 87  |
| ДОДАТОК К.....                                                                                                | 98  |
| ДОДАТОК Л.....                                                                                                | 101 |
| ДОДАТОК М.....                                                                                                | 102 |
| ДОДАТОК Н.....                                                                                                | 108 |

## ВСТУП

Дипломне проектування бакалаврів є невід'ємною частиною підготовки фахівців з вищою освітою, забезпечує розвиток навичок самостійної творчої роботи студентів, дозволяє шляхом вирішення конкретних виробничих завдань залучати студентів до майбутньої діяльності, виховує їх у дусі відповідальності за виконану роботу, прищеплює їм навички науково-дослідної роботи.

Дипломне проектування бакалаврів сприяє закріпленню, поглибленню й узагальненню знань, отриманих студентами з вивчених дисциплін, і застосуванню цих знань для комплексного вирішення конкретного інженерного завдання.

Працюючи над дипломною роботою студент повинен навчитися користуватися довідковою літературою, матеріалами ДСТУ, ЄСКД, типовими проектами й т. ін., а також навчитися застосовувати сучасні технічні засоби для розрахунків при роботі з текстовою й креслярською документацією.

Методичні вказівки містять опис основних розділів дипломної роботи, що виконується студентами на кафедрі інженерної механіки та технології машинобудування, рекомендації до їх розробки, а також перелік вимог, що висуваються до змісту, розрахунково-пояснювальної записки й оформлення всіх матеріалів дипломної роботи.

Методичні вказівки мають сприяти розробці більш повного і насиченого проекту, але всупереч вимогам щодо змісту розділів дипломної роботи в конкретних випадках керівник роботи може змінювати дипломнику зміст та об'єм окремих розділів, керуючись загальним об'ємом роботи та її насиченістю.

# 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

## *1.1. Мета і завдання дипломного проектування*

Мета дипломної роботи бакалавра – систематизація і поглиблення теоретичних та практичних знань, отриманих за час навчання, їх використання при розв'язанні конкретних практичних задач, а також придбання навичок самостійної роботи.

При дипломному проектуванні вирішується комплекс конкретних наукових, технічних, організаційних і економічних задач, виявляється степінь професійної підготовки студента до самостійної роботи в умовах сучасного виробництва, визначається степінь соціальної і психологічної підготовки до керування трудовим колективом.

Випускник НУК повинен досконало знати питання теорії і практики машинобудівного виробництва, вміти аналізувати сучасні досягнення вітчизняної та світової науки і техніки з використанням сучасних методів та засобів автоматизації інженерної праці, виробити вміння працювати з науково-технічною літературою та патентною інформацією, правильно використовувати стандарти та іншу керівну інформацію, творчо розв'язувати технологічні, конструкторські, організаційно-економічні, екологічні та інші інженерні задачі з використанням сучасних САПР.

Порядок захисту дипломних робіт визначається "Рекомендаціями про порядок створення, організацію і роботу державної екзаменаційної (кваліфікаційної) комісії у вузах України" і "Рекомендаціями щодо підготовки та захисту дипломних робіт бакалаврів у НУК".

## ***1.2. Тематика дипломного проектування***

Тематика дипломних робіт повинна бути актуальною, відповідати сучасному стану і перспективам розвитку науки і техніки, за своїм змістом відповідати завданням дипломного проектування.

Актуальні теми дипломних робіт пропонуються підприємствами. Найменування теми за замовленням підприємств повинно бути підписано головним фахівцем або керівником підприємства.

Кафедра щорічно розробляє оновлений перелік тем дипломних робіт. Цей перелік розглядається та затверджується ректором університету.

### **Типові теми дипломних робіт бакалаврів:**

1. Проектування технології виготовлення деталі і засобів технологічного оснащення для його реалізації.
2. Проектування технології складання виробу і засобів технологічного оснащення для його реалізації.
3. Проектування спеціалізованої дільниці з виготовлення деталі виробу (вузла).
4. Проектування реконструкції механоскладального цеху з виготовлення деталі виробу (вузла).
5. Проектування ремонтно-механічної дільниці з ремонту виробів (вузлів).

Дипломна робота бакалавра складається з розрахунково-пояснювальної записки (РПЗ) і графічних матеріалів. Обсяг РПЗ, як правило, становить 75...100 сторінок рукописного (комп'ютерного) тексту. Графічна частина повинна містити 5...7 креслень формату А1.

Склад і структура дипломної роботи, а також графічної частини визначається даними методичними вказівками та керівником дипломної роботи.

Студенту надається право вибору теми дипломної роботи. Студент може запропонувати свою тему дипломної роботи, обґрунтувавши цю пропозицію техніко-економічною доцільністю її розробки з урахуванням місця переддипломної практики.

Закріплення за студентом теми дипломної роботи проводиться за його власною згодою і оформляється наказом ректора після завершення переддипломної практики.

### ***1.3. Етапи виконання дипломної роботи бакалавра***

Контрольний графік виконання робіт затверджується завідуючим кафедрою з обов'язковим зазначенням кінцевого терміну кожного етапу, та має наступну структуру.

1. Затвердження завдань на дипломне проектування (див. п. 1.4).

Теми дипломних робіт подаються на затвердження разом з ескізом або кресленням деталі.

2. Оформлення технологічного процесу (див. п. 3.3.7).

Оформлений техпроцес проходить нормоконтроль та подається на затвердження разом з кресленням деталі (формат А1...А3).

3. Розробка загального та технологічного розділів (див. пп. 3.2 і 3.3).

4. Розробка конструкторського розділу (див. п. 3.4).

5. Розробка розділу з охорони праці та навколишнього середовища (див. п. 3.7).

6. Оформлення креслень та пояснювальної записки (див. п. 2.3).

7. Нормоконтроль.

На нормоконтроль пояснювальна записка і технологічний процес подаються в незброшурованому виді, а креслення – роздрукованими на форматі А1 або А3.

Звернути увагу на дотримання вимог стандартів при оформленні графічної частини (масштаби, рамка основного напису, позначення полів допусків, шорсткості поверхонь тощо). У технічних вимогах використовувати посилання виключно на стандарти державного та міжнародного рівня (ДСТУ, ГОСТ, ISO, DIN тощо).

8. Оформлення та передача електронного варіанту роботи (пояснювальна записка, техпроцес у форматі PDF, креслення у форматах PDF або JPG).

9. Затвердження дипломної роботи у завідувача кафедри.

На затвердження роботи подаються у повному обсязі: пояснювальна записка, техпроцес, відкориговані та підписані креслення, а також креслення деталі на форматі А3.

10. Рецензування дипломної роботи (див. п. 1.6.3).

11. Оформлення анотації на трьох мовах (українська, англійська, російська). Приклад оформлення анотацій наведено у Додатку В. Анотації і рецензії здаються секретарю Державної екзаменаційної комісії (ДЕК) згідно календарного плану виконання роботи.

12. Захист дипломних робіт (див. п. 1.6).

За місяць до дати захисту готовність виконання дипломної роботи повинна бути не менше ніж 90% (креслення деталі, заготовки, технологічний процес, загальний, технологічний та конструкторський розділи), що є підставою для допуску студента до захисту. У разі невиконання цієї умови студент відраховується з університету.

#### ***1.4. Завдання на дипломне проектування***

Студенту видається завдання на дипломну роботу, що складається керівником дипломної роботи, консультантами та затверджується завідувачем кафедри.

Завдання на розробку теми дипломної роботи оформлюється на бланках установленної форми (дод. А).

Оформлений бланк завдання на дипломне проектування підписується студентом, керівником роботи та всіма консультантами, після цього затверджується завідувачем кафедри та разом з календарним планом виконання дипломної роботи видається студентові. Оформлений бланк завдання на дипломне проектування додається до завершеної дипломної роботи (є другою сторінкою РПЗ) та разом з нею подається до ДЕК.

### ***1.5. Керівництво дипломним проектуванням***

Наказом ректора за поданням кафедри призначаються керівники дипломних робіт бакалаврів з числа професорів та доцентів кафедри. Керівниками дипломних робіт можуть бути наукові співробітники та висококваліфіковані фахівці інших установ і підприємств, а також найбільш досвідчені викладачі та співробітники університету.

#### **Основні обов'язки керівника дипломної роботи:**

- 1) розробка завдання на дипломне проектування;
- 2) надання студенту допомоги в розробці календарного плану роботи на весь період дипломного проектування, складання графіку консультацій студента;
- 3) рекомендації студенту щодо підбору вітчизняної та закордонної вихідної інформації по темі дипломної роботи;
- 4) проведення систематичних (за розкладом кафедри) консультацій по спеціальних розділах проекту, контроль графіку виконання дипломного проектування;
- 5) перевірка якості виконання дипломної роботи з відображенням результатів у графіку дипломного проектування на кожній консультації;
- 6) Написання подання на закінчену дипломну роботу.

Якщо в процесі дипломного проектування керівник упевнюється, що студент не підготовлений до якісного та своєчасного виконання роботи в потрібному обсязі, він ставить питання перед завідувачем кафедри про припинення дипломного проектування.

Консультанти надають студенту допомогу в розробці окремих розділів дипломної роботи, підписують завдання, титульний аркуш РПЗ та відповідні графічні матеріали. Зустрічі студента з консультантами відбуваються відповідно розкладу випускної або суміжних кафедр університету.

Відвідування студентом консультацій відповідно з графіком консультацій є обов'язковим. Під час консультацій керівник та консультанти повинні не тільки допомагати дипломнику в нахожденні правильних технічних, наукових та економічних рішень, але й сприяти розвитку його творчої активності та самостійності. За прийняті в дипломній роботі рішення та правильність усіх даних відповідає студент – автор дипломної роботи, а за правильність рішень з принципових питань разом зі студентом відповідає керівник дипломної роботи.

Кожний студент згідно затвердженого графіку дипломного проектування (див. п. 1.3) звітує перед керівником роботи і завідувачем кафедри про ступінь готовності роботи. На основі звіту керівник роботи і завідувач кафедри визначають відсоток виконання дипломної роботи на момент звіту та повідомляють декана відповідного факультету.

Завідувач кафедри та декан відповідного факультету регулярно наглядають за ходом дипломного проектування, вимагаючи від студентів дотримування календарного графіку роботи. Хід дипломного проектування повинен фіксуватись на екрані дипломного проектування, який вивішується на дошці оголошень кафедри. На засіданнях кафедри також потрібно розглядати виконання календарних графіків дипломного проектування.

## ***1.6. Організація і порядок захисту дипломної роботи***

### **1.6.1. Організація роботи Державної екзаменаційної комісії**

Для захисту дипломних робіт студентами усіх форм навчання організуються одна або декілька Державних екзаменаційних комісій (ДЕК). В коло діяльності ДЕК входять: перевірка науково-теоретичної і професійної підготовки бакалаврів, прийняття рішення про присвоєння їм кваліфікації бакалавра відповідного напрямку та про видачу диплома (з відзнакою або без відзнаки); розробка пропозицій, спрямованих на покращення якості підготовки бакалаврів.

До захисту дипломних робіт в ДЕК допускаються студенти, що виконали усі вимоги навчального плану та програм усіх дисциплін. Списки цих студентів подає до ДЕК декан факультету. Крім того, на кожного студента подаються наступні документи:

- 1) індивідуальна картка студента з виставленими оцінками по всіх дисциплінах, курсових проектах та роботах, усіх видах практик, а також указується середній бал (рейтинг);
- 2) подання керівника дипломної роботи;
- 3) рецензія на дипломну роботу.

В ДЕК можуть бути подані також інші матеріали, що характеризують наукову і практичну цінність виконаної дипломної роботи – наукові статті, патенти, акти впровадження у виробництво або в навчальний процес.

### **1.6.2. Організація захисту дипломних робіт**

Захист дипломних робіт в ДЕК звичайно починається за два-три тижня до завершення терміну дипломного проекту-

вання, передбаченого навчальним планом. Розклад роботи ДЕК та графік захисту дипломних робіт розробляються з урахуванням наступних міркувань: а) тривалість одного засідання ДЕК не повинна перевищувати шість астрономічних годин на день; б) протягом одного засідання комісія може розглянути захист не більше десяти дипломних робіт; в) кількість засідань комісії протягом одного тижня не повинно бути більше п'яти – шести.

Графік захисту дипломних робіт в ДЕК, затверджений першим проректором, доводиться до відома студентів не пізніше, ніж за місяць до початку захисту дипломних робіт. Список студентів, що захищаються по днях роботи ДЕК, складається після проведення другого огляду дипломного проектування, який проводить завідувач кафедри, з урахуванням ступеня готовності дипломних робіт.

На підставі графіка захистів дипломних робіт складається розклад проведення нормоконтролю та розподіл студентів-дипломників на нормоконтроль. Не пізніше, ніж за 7-10 днів до захисту дипломної роботи студент подає усі графічні матеріали, РПЗ та комплект технологічної документації на нормоконтроль, який проводять найбільш кваліфіковані викладачі випускної кафедри. Нормоконтролер перевіряє підписані керівником та консультантами матеріали дипломної роботи на дотримання стандартів ЄСКД, ЄСТПВ, ЄСТД, ДСТУ й ін.

На огляд завідувачу кафедри подається повністю оформлена дипломна робота, підписана керівником, всіма консультантами та нормоконтролером. Обов'язковим також є наявність подання керівника дипломної роботи.

### **1.6.3. Рецензування дипломних робіт**

Обов'язковим актом оцінки якості дипломних робіт є їх рецензування.

Склад рецензентів дипломних робіт визначається випускною кафедрою. Як рецензенти залучаються висококваліфіковані спеціалісти підприємств і організацій, а також професори та викладачі інших ВНЗ або НУК.

Дипломна робота направляється на рецензію після огляду та допуску роботи до захисту завідувачем випускної кафедри не пізніше ніж за три – п'ять днів до захисту роботи.

Рецензент вивчає зміст РПЗ і графічних матеріалів дипломної роботи, проводить бесіду зі студентом з метою з'ясування обґрунтованості прийнятих в роботі рішень. На основі цього рецензент в письмовій формі (звичайно на спеціальних бланках) складає рецензію, в якій відображає наступні основні питання: відповідність змісту та обсягу роботи завданню на дипломне проектування; актуальність теми дипломної роботи; оригінальні самостійні технічні, наукові, організаційні, економічні та інші розробки, запропоновані в роботі; технічна та загальна грамотність дипломної роботи і ретельність її оформлення; відповідність графічного матеріалу та РПЗ вимогам діючих стандартів і інших керівних та нормативних документів; практична і наукова цінність прийнятих в роботі рішень та розробок; рекомендації та пропозиції рецензента ДЕК, НУК, випускній кафедрі, дипломнику; основні недоліки роботи, критичні зауваження щодо її змісту та оформлення.

На закінчення рецензент дає оцінку дипломної роботи за чотирибальною системою. Рецензія передається студентові разом з дипломною роботою для подання в ДЕК.

#### **1.6.4. Підготовка до захисту та захист дипломних робіт**

Захист дипломних робіт проводиться на відкритих засіданнях ДЕК за участі не менше половини складу комісії та

обов'язковою присутністю голови ДЕК або його заступника. Засідання проводяться як в НУК, так і на підприємствах та в організаціях, для яких тематика дипломних робіт, що захищаються, має науковий або практичний інтерес.

Секретар ДЕК оголошує тему дипломної роботи та передає голові ДЕК розрахунково-пояснювальну записку та всі необхідні документи, після чого дипломник отримує слово для доповіді.

В доповіді тривалістю не більше 10-15 хвилин дипломник повинен сформулювати мету та завдання дипломної роботи. Дотримуючись послідовності, прийнятої в РПЗ, коротко визначає вузлові розробки, оригінальні і найбільш цікаві інженерні (економічні) рішення. Необхідно чітко виділити все нове, що запропоновано та розроблено самим студентом, та обґрунтувати технічну і економічну доцільність цих пропозицій. На закінчення виступу треба коротко визначити техніко-економічні показники проекту, порівнюючи їх з показниками діючого виробництва або раніше виконаними розробками (з базовим об'єктом).

Після доповіді оголошується рецензія, подання керівника і відзиви підприємств та організацій (якщо вони є). Потім дипломник відповідає на зауваження рецензента та запитання членів ДЕК. Загальна тривалість захисту дипломної роботи не повинна перевищувати 30 хвилин.

Результати захисту дипломної роботи визначаються оцінками "відмінно", "добре", "задовільно" або "незадовільно", а також в системі ECTS (дод. Б). При визначенні оцінки роботи враховується рівень професійної та науково-теоретичної підготовки студента. Після оформлення протоколів робочих засідань результати захисту дипломних робіт оголошуються головою ДЕК на публічному засіданні.

Студенту, що склав екзамени з оцінкою "відмінно" не менше ніж з 75% всіх дисциплін навчального плану, а з інших

дисциплін – з оцінкою "добре", та захистив дипломний проект з оцінкою "відмінно", видається диплом з відзнакою. В тих випадках, коли захист дипломної роботи визнається незадовільним, ДЕК визначає, чи може студент подати на повторний захист ту ж саму роботу з доопрацюванням, що визначається комісією, або зобов'язаний розробити нову тему, яка устанавлюється випускною кафедрою.

Студент, що був недопущений до захисту, або отримав при захисті дипломної роботи незадовільну оцінку, відраховується з університету. Студентам, що не захистили дипломну роботу з поважних причин (документально підтверджених), ректор НУК може збільшити термін навчання до наступного періоду роботи ДЕК, але не більше одного року.

## **2. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

### ***2.1. Початкові дані для дипломного проектування***

Для виконання дипломної роботи необхідні наступні початкові дані:

- креслення складальної одиниці (вузла); робочі креслення деталей, що входять в складальну одиницю, з відповідними технічними умовами. При проектуванні групових або типових технологічних процесів необхідні робочі креслення деталей тих найменувань, які утворюють тип або групу деталей;
- обсяг випуску виробів, комплектність і терміни виконання програмного завдання;
- каталоги верстатів при розробці технологічного процесу для нового проектованого підприємства або паспортні дані наявного в цеху обладнання, коли процес розробляється для діючого підприємства;
- початкові дані про заготовки базового варіанта;
- державні стандарти і нормалі (галузеві стандарти) для вибору операційних допусків і припусків, режимів різання, норм часу і т. п.;
- технологічний класифікатор об'єктів виробництва і класифікатор технологічних операцій;
- базові технологічні процеси на деталі, що виготовляються на даних підприємствах;
- відомість трудомісткості об'єкта виробництва за видами робіт.

### ***2.2. Обсяг і структура дипломної роботи***

Для студентів денної форми навчання ПЗ складається з 4...6-ти розділів та має бути сформована в такій послідовності:

- Титульний лист (приклад оформлення – див. дод. К).
- Завдання на дипломне проектування (повністю оформлене з усіма підписами).
- Зміст.
- Вступ (розділ не регламентований, без порядкового номеру).
- 1. Загальна частина.
- 2. Технологічна частина.
- 3. Конструкторська частина.
- 4. Спеціальна частина (за наявності).
- 5. Організаційно-економічна частина (за наявності).
- 6. Охорона праці та навколишнього середовища.
- Список використаної літератури.
- Додатки (специфікації, комплект технологічної документації, програми для верстатів з ЧПУ тощо).

У разі відсутності необов'язкових частин нумерація розділів змінюється відповідно.

Закінчена дипломна робота повинна містити загальну, технологічну, конструкторську частини та розділ з охорони праці та навколишнього середовища. Робота також може містити спеціальну та організаційно-економічну частини.

Загальна частина містить короткі відомості про деталь, технічні вимоги до неї, її службове призначення та умови експлуатації; характеристику матеріалу деталі та його властивості; аналіз технологічності конструкції деталі; визначення типу виробництва.

Технологічна частина дипломної роботи починається з вибору виду, способу виготовлення та проектування заготовки і завершується проектуванням і плануванням цеху. При цьому проводяться всі необхідні розрахунки з використанням нормативних і рекомендованих даних, розв'язуються питання охорони праці і т. ін. Розробка технологічної частини завершується

оформленню комплексу технологічної документації на виготовлення (складання), який включається до пояснювальної записки у вигляді додатку.

Виконання конструкторської і організаційно-економічної частин роботи проводиться паралельно з технологічними розробками.

Спеціальна частина роботи призначена для підвищення якості підготовки фахівців з технології машинобудування і полягає в глибшій розробці окремих питань виробництва окремих деталей (складальних одиниць) або в рішенні дипломником конкретних завдань науково-дослідної роботи університету, що проводиться кафедрою, або заводами і безпосередньо пов'язаної з темою дипломної роботи.

Весь обсяг дипломної роботи розподіляється за частинами приблизно таким чином:

- загальна – 5 %;
- технологічна – 45...50 %;
- конструкторська – 20...25 %;
- спеціальна – 5...10 %;
- охорона праці та навколишнього середовища – 5 %.

Зміст і послідовність розробки кожної частини дипломної роботи детальніше висвітлені у відповідних розділах даних рекомендацій.

Усі питання, що опрацьовані дипломником в процесі виконання роботи, мають бути достатньо детально висвітлені в розрахунково-пояснювальній записці і технологічній документації.

### **2.3. Оформлення дипломної роботи**

Оформлення розрахунково-пояснювальної записки виконується відповідно з вимогами ДСТУ 300895 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки" [18]. Графічна частина дипломної

роботи оформлюється відповідно до вимог ЄСКД, ЄСТД, ЄСТПВ, ГОСТів, ДСТУ.

Пояснювальна записка (ПЗ) до дипломної роботи може бути написана від руки чітким розбірливим почерком чорною пастою або надрукована за допомогою сучасних засобів друку. Загальний об'єм записки не регламентований і може бути до 100 аркушів. Остаточню це вирішує керівник проекту.

Вся ПЗ оформлюється на стандартних аркушах для текстових документів (формат А4), кожен аркуш має своє кодування та порядковий номер (дод. К).

Правила кодування конструкторської та технологічної документації, встановлені комісією нормоконтролю кафедри ІМ та ТМ, наведено у дод. Г.

Коди технологічних операцій машинобудування та приладобудування наведені у дод. Д.

Класифікатор професій робітників, кодування форм і системи оплати праці, умов праці та ступенів механізації праці наведені у дод. Е.

Кожний розділ ПЗ (крім вступу) починається з заголовного аркуша розділу, який має назву відповідно змісту, своє кодування та загальну наскрізну нумерацію (див. дод. К).

Текст кожного розділу починається з назви розділу. Кожний наступний підрозділ продовжує текст без відриву від попереднього (не треба його починати з нового аркушу).

Таблиці повинні мати власні рамки, окремі від рамок аркушів.

Нумерація підрозділів, таблиць, рисунків має бути дворівневою – наприклад, *Рис. 3.2. Схема дій сил різання*. Тут "3" – порядковий № розділу, до якого належить рисунок (схема, таблиця, графік тощо), "2" – порядковий номер рисунку у даному розділі.

Забороняється нумерація на три та більше рівні. Наприклад, "*Рис. 3.2.2*", або "*п. 3.2.1. Розрахунок сил різання*" і т. п.

Усі рисунки та таблиці розміщуються в тексті відразу ж після першого їх згадування, або з початку наступної сторінки.

В титульному аркуші розділу в штампі підписується:

"*Виконав*" – прізвище студента, його підпис;

"*Перевірів*" – прізвище керівника, його підпис;

"*Нормоконтроль*" – прізвище викладача, що виконує нормоконтроль, його підпис;

"*Консультант*" – прізвище консультанта, його підпис (за наявності необов'язкових частин);

"*Затвердив*" – прізвище завідуючого кафедрою, його підпис.

Правила позначення шорсткості поверхонь на кресленнях згідно ГОСТ 2.30973 та змін до нього наведені у дод. Ж. Приклад оформлення специфікацій наведено у дод. Л.

Закінчення роботи над ПЗ, як правило, співпадає з закінченням інших частин проекту – технологічного процесу та креслень графічної частини, тому у незшитому стані ПЗ з іншими частинами передається на нормоконтроль та на кафедральний захист, які проводять спеціально призначені викладачі кафедри. При проходженні цих процедур студентом також підписується спеціальна довідка – допуск до захисту. Після цього студент нумерує усі сторінки ПЗ та заносить їхню нумерацію до "Змісту".

Наступним етапом ПЗ брошурується разом з комплектом технологічної документації й у зброшурованому вигляді разом кресленнями графічної частини затверджується у завідувача кафедри з підписанням довідки допуску до захисту.

Оформлена довідка допуск разом з поданням керівника роботи передається секретарю ДЕК.

Підготовлений таким чином дипломна робота проходить рецензування у провідних спеціалістів-технологів машинобудівних підприємств або викладачів.

### **3. РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

#### ***3.1. Вступ***

У вступі до дипломної роботи необхідно коротко викласти основні напрями розвитку машинобудування України. Слід показати зв'язок проектного технологічного процесу із завданнями машинобудування в забезпеченні всіх галузей народного господарства високоефективною технікою, відмітити основні вимоги до об'єкту виробництва і технології його виготовлення.

Актуальність теми дипломної роботи, новизну і значущість пропонованих проектних рішень доцільно розглядати паралельно з вивченням стану технології виробництва на базовому підприємстві.

#### ***3.2. Загальна частина***

##### **3.2.1. Службове призначення, технічна характеристика виробу**

Цей підрозділ вимагає проведення ретельного аналізу конструкції виробу, функціонування його основних вузлів і деталей, умов експлуатації (навантаження, види напружень, робоча температура, агресивність середовища та ін.). Аналіз можна вважати закінченим, якщо є повне уявлення про конструкцію, порядок роботи виробу, і взаємодію його вузлів і механізмів.

Опис конструкції і роботи виробу необхідно вести з вказівкою позицій деталей по складальному кресленню або приведеному ескізу.

### **3.2.2. Службове призначення, технічна характеристика деталі**

Вивчення службового призначення і конструкції деталі є відповідальним кроком при проектуванні технологічного процесу її виготовлення. Тут необхідно визначити, які функції виконує деталь в складальній одиниці, а остання – у виробі. Чітко сформулювати службове призначення деталі, умови її експлуатації у виробі і технічні вимоги на її виготовлення.

Вивчення креслення деталі є першим етапом проектування технологічного процесу. Спочатку за геометричними проекціями і перерізами з'ясовується конфігурація деталі, форма усіх її поверхонь і їх просторове взаємне розташування.

При подальшому обході поверхонь вивчаються їх розміри і необхідна точність (допуски, посадки) [45]. Потім вивчається за кресленням необхідна точність форми поверхонь, точність їх взаємного розташування (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності тощо), а також шорсткість поверхонь.

Отримані результати є основою для призначення методів остаточної обробки та кількості етапів обробки досліджуваних поверхонь. При цьому аналіз системи лінійних координуючих розмірів дозволяє виявити конструкторські бази і намітити послідовність обробки основних поверхонь.

Проводиться повна характеристика матеріалу деталі – хімічний склад, види застосовуваних обробок (термічних, хіміко-термічних і т. ін.), фізико-механічні характеристики та відповідність цього комплексу властивостей призначеного матеріалу специфічним умовам роботи деталі. Це буде підставою для правильного вирішення питань про методи обробки (обробка різанням, електрохімічна обробка тощо), про розчленовування

технологічного процесу на етапи, про способи виконання остаточних, опоряджувальних і зміцнювальних операцій.

### **3.2.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність**

Згідно з ГОСТ 14.201-83 і ГОСТ 14.301-83 відпрацювання робочих креслень деталей на технологічність є обов'язковим етапом проектування технологічних процесів.

Технологічність конструкції оцінюється якісно і кількісно. Якісна оцінка передуює кількісній оцінці. Це, як правило, порівняльна оцінка ("добре-погано", "допустимо-неприпустимо") на ті вимоги до конструкції, які важко виразити кількісно. Кількісну оцінку проводять за прийнятими показниками технологічності (ГОСТ 14.201-83) шляхом розрахунку їх значень [32; 37; 45; 1].

Основні завдання, що вирішуються при аналізі технологічності конструкції виготовлюваної деталі, зводяться до можливого підвищення продуктивності праці при механічній обробці, до зниження витрат і скорочення часу на технологічну підготовку виробництва при забезпеченні необхідної якості виробів [1; 45].

За наслідками виконаного аналізу визначаються показники рівня технологічності конструкції, розробляються рекомендації щодо їх поліпшення і вносяться зміни до конструкторської документації.

Загальні правила забезпечення технологічності конструкції наведені в ГОСТ 14.202-83, ГОСТ 14.203-83, ГОСТ 14.204-83. Вибір показників технологічності проводиться за ГОСТ 14.201-83, терміни і визначення дані в ГОСТ 18.831-83.

У дипломній роботі необхідно визначити наступні відносні показники:

- рівень технологічності за точністю обробки;

- рівень технологічності конструкції за шорсткістю поверхонь;
- рівень технологічності деталі за конструктивними ознаками.

Значення досягнутих рівнів технологічності деталі за точністю обробки і шорсткістю слід визначати після завершення технологічного контролю креслення деталі і внесення в нього, за узгодженням з керівником роботи, раціональних змін. Якщо креслення деталі після завершення технологічного контролю не піддавалося зміні, рівень технологічності деталі за цими показниками дорівнює одиниці.

Значення рівня технологічності деталі розраховується за матеріаломісткістю та технологічною собівартістю і визначається після проектування заготовки та розробки техпроцесу і отримання необхідних для розрахунку даних з урахуванням зниження трудомісткості виготовлення і собівартості деталі, обумовлених тільки змінами конструкції і заготовки, матеріалу і методу отримання.

За необхідності проводяться розрахунки точності, метою яких є аналіз можливості отримання розмірів деталі в межах призначених допусків. При проектуванні технологічних процесів з використанням верстатів з ЧПК і верстатів, налаштованих на розмір обробки, необхідно розставити розміри від базових поверхонь з подальшим розрахунком їх допусків. За всіма операціями, де необхідно виконати подібні технологічні дії, складаються технологічні розмірні ланцюги. Розрахунок технологічних розмірних ланцюгів проводиться методом максимуму-мінімуму або імовірнісним. Методика розрахунку подана в роботах [19; 33].

Після аналізу деталі на технологічність всі пропозиції щодо змін її конструкції мають бути систематизовані, узгоджені з керівником роботи і з відповідними обґрунтуваннями наведені в розрахунково-пояснювальній записці.

### 3.2.4. Визначення річної програми та типу виробництва

Визначається тип виробництва відповідно існуючим методикам з урахуванням масогабаритних показників деталі і заданої програми випуску.

Річна програма випуску деталей визначається на підставі програмного завдання за формулою

$$N_p = N_n m \left( 1 + \frac{a}{100} \right) \left( 1 + \frac{b}{100} \right),$$

де  $N_p$  – програмне завдання випуску виробів на рік;

$m$  – кількість деталей для одного виробу;

$a$  – відсоток деталей, що йдуть на запасні частини,  $a = 0 \dots 10$  %;

$b$  – відсоток технічно неминучих виробничих втрат, що включає деталі для випробування механічних властивостей матеріалу, налагодження устаткування тощо, а також браковані деталі,  $b = 2 \dots 6$  %.

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1108-74 [30, 45] характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, який визначає кількість різних операцій по обробці деталі, закріплених за одним робочим місцем впродовж певного планового проміжку часу (одного місяця, року):

$$K_{30} = \frac{\sum O}{\sum P} \approx \frac{\sum O}{\sum S},$$

де  $O$  – кількість різних операцій за один місяць (рік);

$P$  – кількість робочих місць, на яких виконуються різні операції;

$S$  – кількість верстатів, встановлених на дільниці.

Для різних типів виробництва прийняті наступні значення коефіцієнта закріплення операцій:

для масового виробництва –  $K_{30} = 1$ ,

крупносерійного –  $1 < K_{30} < 10$ ,

середньосерійного –  $10 < K_{30} < 20$ ,

дрібносерійного –  $20 < K_{30} < 40$ .

Для одиничного виробництва значення коефіцієнта закріплення операцій не регламентується.

Загальне число різних операцій  $O$  по даному технологічному процесу на дільниці цеху визначається підсумовуванням різних операцій  $O_{\text{рм}}$ , закріпленим за кожним робочим місцем.

Число операцій, закріплених за одним робочим місцем, можна визначити за формулою

$$O_{\text{рм}} = \frac{K_{\text{н}}}{K_3},$$

де  $K_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт завантаження робочого місця всіма закріпленими за ним операціями;

$K_3$  – коефіцієнт завантаження робочого місця проектованої операції.

Враховуючи формулу для визначення коефіцієнта завантаження  $K_3$ , отримаємо:

$$O_{\text{рм}} = \frac{60F_{\text{д}}K_{\text{н}}K_{\text{в}}}{T_{\text{шт-к}}N_{\text{р}}},$$

де  $F_{\text{д}}$  – дійсний річний фонд часу роботи устаткування при двозмінному режимі;

$K_{\text{в}}$  – середній коефіцієнт виконання норми:  $K_{\text{в}} = 1, 2$ ;

$T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляційний час проектованої операції, хв;

$N_p$  – річна програма випуску деталей;

$K_n$  – нормативний коефіцієнт завантаження.

Середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження устаткування по відділенню або дільниці цеху при двозмінній роботі можна прийняти: для дрібносерійного – 0,8...0,9, для серійного – 0,75...0,85, для масового, потокового і крупносерійного виробництва – 0,65...0,75.

Форма організації технологічних процесів, відповідно до ГОСТ 14.312-83, залежить від встановленого порядку виконання операцій, розташування обладнання, кількості виробів і напрямку їх руху при виготовленні.

Існують дві форми організації технологічних процесів – групова і потокова. Рішення доцільності вибору організаційної форми виробництва необхідно ухвалювати з урахуванням рекомендацій [6, 30] і ознак, які наведені у вказаному вище стандарті.

### **3.3. Технологічна частина**

#### **3.3.1. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі**

Докладний аналіз існуючих варіантів технологічних процесів є передумовою для розробки проектного варіанта технології. Аналізу піддається заводський варіант технологічного процесу виготовлення деталі. Аналіз проводиться з погляду забезпечення заданої якості виробу при високій продуктивності і мінімальній собівартості обробки. При аналізі студент повинен обґрунтувати технічні рішення заводських технологів виходячи з програми виробництва та наявності технологічного обладнання.

Аналіз базується на оцінці кількісних і якісних показників як окремих технологічних операцій, так і процесу в цілому.

Кількісні показники визначаються техніко-економічними розрахунками (продуктивності, собівартості) або за даними технологічної документації [6].

Аналіз базового варіанта технологічного процесу повинен включати наступні питання:

- обґрунтованість встановленої загальної послідовності обробки, включаючи всі операції технологічного процесу: механічну обробку, технічний контроль, термічну, хіміко-термічну обробку;
- метод отримання заготовки;
- методи зміцнення деталі і відповідність їх її функціональному призначенню і умовам експлуатації машини;
- верстатне обладнання і раціональність його використання за габаритами, часом, точністю, потужністю;
- ступінь концентрації і диференціації операцій;
- автоматизація технологічного процесу;
- базування заготовок, дотримання розмірних зв'язків, принципів постійності і суміщення баз;
- рівень оснащення технологічного процесу (верстатні та складальні пристосування, різальні і допоміжні інструменти, засоби технічного контролю) та ін.

Аналіз рекомендується починати з подання плану базового технологічного процесу з переліком обладнання і основних моментів обробки по операціях, а отримані результати доцільно подати у вигляді таблиці. У результаті виконаного аналізу мають бути сформульовані конкретні завдання, направлені на вдосконалення базового технологічного процесу.

### **3.3.2. Визначення способу отримання заготовки, визначення припусків**

Вибрати заготовку – означає встановити вид і способи її отримання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на їх виготовлення.

Вибір заготовки є багатоваріантним завданням. З погляду економії матеріалів, зменшення трудомісткості і витрат на механічну обробку доцільно вибирати такі заготовки, які формою, розмірами, точністю та якістю поверхні повніше відповідали б варіантам готової деталі. Але при цьому збільшуватимуться поточні і одноразові витрати на отримання заготовки в заготівельному цеху. З іншого боку, спрощенням форми заготовки, зниженням вимог до її точності і якості можна значно зменшити витрати на її виготовлення. Але в даному випадку знизиться коефіцієнт використання матеріалу і збільшаться витрати на обробку такої заготовки в механічному цеху.

Заготовки деталей машин одержують литтям, обробкою тиском (кування, штампування тощо), різкою сортового і профільного прокату, а також комбінованими способами.

При виборі технологічного процесу отримання заготовки і методу її формоутворення необхідно враховувати наступні чинники [4; 6; 37; 15]:

- технологічні властивості матеріалу (тобто ливарні властивості або здатність зазнавати пластичні деформації при обробці тиском), а також структурні зміни матеріалу в результаті застосування того або іншого способу виготовлення заготовки (розташування волокон в поковках, величина зерна в литих деталях і т.п.);

- конструктивні форми і розміри деталі (чим більша деталь, тим дорожче обходиться виготовлення металевих форм, штампів і т.п.);

- величину програмного завдання (при великих партіях найбільш вигідні способи, які забезпечують найбільше наближення форми і розмірів заготовки до форми і розмірів деталі – точне штампування, лиття під тиском, лиття за виплавлюваними моделями тощо).

Якщо з погляду технічних вимог і можливостей можуть застосовуватись різні види заготовок (способи їх отримання),

то для правильного вирішення питання про вибір заготовки необхідно виконати технікоекономічні розрахунки, зіставивши собівартості готової деталі при тому або іншому виді заготовок. Можна порівняти обраний спосіб отримання заготовки зі способом, що використовується на базовому підприємстві.

Методика економічного обґрунтування вибраного виду заготовки наводиться в рекомендованій літературі [32; 45].

Проектується заготовка згідно обраного методу її отримання. За відповідними ГОСТами визначаються припуски та допуски на розміри заготовки. Наприклад, припуски на механічну обробку виливків з чорних і кольорових металів і сплавів регламентує ГОСТ 26645-85; для поковок, виготовлених на пресах – ГОСТ 7062-90; для поковок, виготовлених на молотах – ГОСТ 7829-70; для сталевих штампованих поковок, виготовлених гарячим об'ємним штампуванням – ГОСТ 7505-89 [37; 8-11].

### **3.3.3. Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі**

Головні завдання, які вирішуються при складанні маршруту виготовлення деталі, – складання загального плану (послідовності) виконання технологічного процесу та визначення змісту кожної технологічної операції [34]. Одночасно вибирають тип обладнання, призначають допуски на обробку тощо. Від логічності порядку виконання операцій багато в чому залежать якість, продуктивність та економічність обробки деталі. У загальному випадку послідовність технологічних операцій встановлюють, користуючись наступними методичними рекомендаціями [6; 32; 36; 28; 30]:

- спочатку обробляють поверхні, які служать надалі технологічними базами;

- потім обробляють ті поверхні, з яких знімається найбільший шар металу, що дозволяє своєчасно виявити і усунути внутрішні дефекти, не допускаючи подальшої обробки бракованих заготовок;

- обробку інших поверхонь ведуть в послідовності, зворотній до міри їх точності;

- закінчують обробку тими поверхнями, які є найбільш точними і найбільш важливими для нормального функціонування деталі;

- обробку легкопошкоджуваних поверхонь (наприклад, зовнішньої різьби) рекомендується виносити в кінець маршруту;

- допоміжні операції (свердління дрібних отворів, прорізання канавок і галтелей, зняття фасок, зачистка задирок і тому подібне) виконують на стадії чистової обробки;

- фінішні операції, такі як шліфування, хонінгування, притирання тощо, виконують в останню чергу, зазвичай після термічної, хімікотермічної й інших немеханічних операцій, які ділять, як правило, технологічний процес на частини;

- технічний контроль проводять після тих операцій, на яких можливе збільшення браку, після складних дорогих операцій, після закінченого циклу, а також після закінчення виготовлення деталі.

*Вибір технологічного обладнання* регламентується ГОСТ 14.304-85. Відповідно розробленому маршруту обробки деталі необхідно надати скорочену характеристику з описанням основних параметрів використовуваного технологічного обладнання. Воно має бути сучасним, високопродуктивним, вітчизняного або закордонного виробництва.

Вибір технологічного обладнання заснований на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу, завантаження обладнання, маси, габаритів і точності деталей, що підлягають обробці. Вибір моделі верстата, перш за все, визначається його

можливістю забезпечити точність розмірів і форми, а також шорсткість оброблюваних поверхонь. Конкретну модель вибирають, виходячи з наступних міркувань [38; 42; 50; 51]:

- відповідності основних розмірів верстата габаритам оброблюваної деталі;
- відповідності продуктивності верстата заданому типу виробництва;
- можливості обробки на оптимальних режимах різання;
- відповідності верстата за потужністю;
- можливості механізації і автоматизації обробки;
- найменшої собівартості.

*Вибір технологічних баз* – це важливий етап розробки будь-якого технологічного процесу. Початковими даними в цьому випадку є креслення і технічні умови на виготовлення деталі і заготовки. Слід чітко представляти загальний план обробки заготовки.

Залежно від конструкції оброблюваної деталі можливі різні варіанти базування:

- прості деталі повністю обробляють за одну або декілька операцій з одного установа на автоматах, агрегатних верстатах або в пристосуваннях-супутниках на автоматичних лініях. Заготовку часто базують по необроблених поверхнях;
- деталі обробляють за декілька установів (можливо на різних верстатах). При виконанні більшої частини операцій витримується принцип постійності баз, тобто заготовку базують на одні і ті ж заздалегідь оброблені поверхні. Забезпечується однотипність пристосувань і схем установки;
- складні деталі підвищеної точності обробляють з дотриманням принципу постійності баз. Перед завершальним етапом технологічного процесу, тобто опоряджувальною обробкою, поверхні, використовувані як бази, піддають повторній (опоряджувальній) обробці;

– принцип постійності баз не витримується. Заготовку базують на різні послідовно змінювані оброблені поверхні. Для окремих операцій застосовують одночасне базування по оброблених і необроблених поверхнях. Такий варіант обробки вимагає підвищеної уваги і призводить до необхідності перерахунку конструкторських розмірів. Недотримання принципу постійності баз призводить до виникнення або збільшення похибок розташування поверхонь, які знижують точність обробки;

– обробка деталей з послідовною (багатократною) зміною одних і тих же баз (наприклад, при послідовному чорновому і чистовому шліфуванні на магнітній плиті з послідовним перевертанням заготовки).

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва положення заготовки на верстаті визначають за допомогою розмітки і вивіряння, а для закріплення широко застосовують пристосування з ручним механічним затисканням.

У серійному і масовому виробництві в основному користуються заздалегідь встановленими технологічними базами. Поверхню, відносно якої ведеться налаштування, особливо ефективно використовують як базу при багатоінструментальній обробці на верстатах-автоматах і напівавтоматах, на автоматичних лініях і верстатах з ЧПУ. Для закріплення заготовок частіше застосовують пневматичні, гідравлічні й інші високопродуктивні затискні пристосування, які забезпечують надійне закріплення з постійними силами.

В усіх випадках прагнуть поєднати технологічні бази з конструкторськими і вимірювальними, що дозволяє виключити похибки базування і виконувати розміри з використанням усього поля допуску, встановленого конструктором.

Технологічні бази призначають на стадії опрацювання варіантів виконання технологічної операції, тобто на етапі попереднього розгляду і порівняння між собою можливих

способів обробки поверхонь заготовки, а також орієнтовного вибору устаткування і оснащення, необхідних для реалізації цих способів.

Для кожної групи операцій проектного технологічного процесу необхідно розробити теоретичну схему базування. Теоретична схема базування розробляється з вказівкою розмірів базових поверхонь і розмірів, що формуються на даній операції. За поданими схемами виконується аналіз похибки базування, яка розраховується при не співпаданні технологічних і вимірювальних баз і порівнюється з допуском на виконуваний розмір [6; 19].

За наслідками аналізу похибок базування (при їх наявності) робляться висновки про можливість реалізації даної схеми базування в проектованому технологічному процесі.

При складанні маршруту обробки заготовки по окремих операціях встановлюють також типи верстатів та технологічного оснащення, їх характеристики, розміри і моделі уточнюють і коригують при детальному опрацюванні технологічних операцій.

Запис змісту операцій слід виконувати у формі маршрутного опису за ГОСТ 3.1702-79 [27].

#### **3.3.4. Визначення міжопераційних припусків на механічну обробку деталі та виконання креслення заготовки**

У дипломній роботі виконується розрахунок припусків на діаметральний і лінійний розміри деталі. Виконання цього пункту бажано проводити в наступній послідовності:

- а) складається план обробки поверхні, в якому слід вказати одержувану точність розміру і шорсткість поверхні;
- б) виконується розрахунок операційних припусків і розмірів розрахунково-аналітичним методом [5];

в) на решту поверхонь припуски призначаються дослідно-статистичним (табличним) методом (див. п. 3.3.2). Результати розрахунку подаються у вигляді таблиці;

д) виконується схема розташування припусків і допусків.

На підставі раніше вибраних методів отримання і виду заготовки, а також проведеного розрахунку припусків і основних її розмірів виконується креслення заготовки в відповідному масштабі. Креслення повинне містити всі необхідні розміри з допусками, показники шорсткості поверхонь, твердість матеріалу і метод термообробки, масу заготовки. На кресленні також мають бути показані площини розняття штампу (або ливарної форми), наведені технічні умови на приймання заготовки. На кресленні заготовки необхідно показати контур готової деталі та величини припусків на механічну обробку.

Необхідно прагнути до того, щоб форма і розміри заготовки були близькими до форми і розмірів готової деталі, що зменшує трудомісткість механічної обробки, скорочує витрату металу, різального інструменту, електроенергії тощо.

Після оформлення креслення заготовки необхідно підрахувати коефіцієнт використання матеріалу  $K_{\text{вм}}$ , або коефіцієнт точності маси заготовки  $K_{\text{т}}$ , що визначається відношенням маси деталі до маси заготовки [6]. Отриманий коефіцієнт порівнюється з відповідним показником по базовому технологічному процесу.

### **3.3.5. Розробка операцій механічної обробки деталі**

*1. Визначення структури операції; обґрунтування та вибір технологічного оснащення*

Правила вибору технологічного оснащення регламентуються ГОСТ 14.301-85. До засобів технологічного оснащення належать: технологічне обладнання (металорізальні верстати),

технологічна оснастка (верстатні, складальні та контрольні пристосування, різальний, допоміжний і контрольно-вимірювальний інструмент), засоби механізації і автоматизації виробничих процесів. Їх вибирають з урахуванням типу виробництва, програми випуску виробів, можливості групування операцій та використання стандартного (нормалізованого) оснащення і обладнання.

Вибір технологічної оснастки (регламентується ГОСТ 14.305-85) в значній мірі визначається типом виробництва, прийнятим верстатним обладнанням, режимами різання та видом заготовки. Вибір системи верстатних пристосувань повинен ґрунтуватися на техніко-економічних розрахунках економічної ефективності від впровадження пристосування. Можливий також вибір на основі типових рішень, що рекомендуються довідковою літературою [39; 40].

При виборі нормалізованого ріжучого інструмента визначають його типорозмір, інструментальний матеріал і геометричні параметри різальної кромки. Вибір здійснюють з урахуванням форми оброблюваної поверхні, її розміру, точності, шорсткості, конструктивних особливостей, твердості і міцності [38; 48–51].

Вибір контрольно-вимірювальних засобів виконується відповідно до правил, викладених у ГОСТ 14.306-85. Контрольно-вимірювальний прилад повинен забезпечувати необхідну точність вимірювання, продуктивність вимірювання повинна відповідати продуктивності технологічного процесу. Вимірювальний прилад має бути простим і зручним в процесі експлуатації.

Правила вибору засобів механізації і автоматизації технологічних процесів регламентовані ГОСТ 14.309-85. Відповідно до стандарту механізації і автоматизації об'єкти піддаються з метою зниження матеріальних і трудових витрат, підвищення

продуктивності праці і якості виробів. Об'єктами автоматизації можуть бути: транспортування, завантаження і вивантаження заготовки, робочі рухи верстата і деталі, контроль розмірів, прибирання стружки тощо.

При наявності операцій з ЧПУ в технологічній частині може бути складена (з необхідними поясненнями) керуюча програма для верстата з ЧПУ.

## ***2 Визначення режимів різання та нормування операцій***

У дипломній роботі необхідно застосовувати оптимальні режими обробки з урахуванням останніх досягнень науки і техніки, досвіду новаторів виробництва і передових машинобудівних підприємств.

Розрахунок режимів різання за емпіричними формулами з урахуванням всіх поправочних коефіцієнтів виконують за вказівкою викладача для однієї двох різнохарактерних операцій [37;45 ]. Для решти операцій технологічного процесу режими різання встановлюються за таблицями нормативів та довідників [38; 29; 25; 24].

При використанні різального інструмента закордонних виробників, таких як Sandvik Coromand, SECO, Iscar та інших треба використовувати відповідні каталоги [48–51].

Порядок вибору режимів різання наступний:

а) уточнюється марка інструментального матеріалу;

б) відповідно до встановленого припуску на даний перехід, жорсткості деталі і умов різання призначається глибина різання  $t$  (у міліметрах) і кількість проходів  $i$ . Слід призначати максимальну глибину різання при забезпеченні заданої точності на операцію. У ряді випадків, наприклад при обдиранні, чорновій обробці або обробці нежорсткої деталі, зняття припуску здійснюється за два або декілька робочих ходів;

в) з урахуванням шорсткості оброблюваної поверхні деталі за довідковими таблицями вибирається величина подачі  $S$ ;

г) за встановленими величинами  $t$  і  $S$  для даного матеріалу деталі, різального інструменту і прийнятою величиною стійкості різця визначається швидкість різання  $v$  з урахуванням поправочних коефіцієнтів, наведених в довіднику режимів різання;

д) за знайденою швидкістю різання  $v$  розраховується частота обертання деталі (інструменту), а потім за паспортом верстата підбираються найближча подача і частота обертання;

е) за вибраною частотою обертання розраховується дійсна швидкість різання;

ж) для найбільш напруженого переходу з урахуванням прийнятих режимів різання ( $t$ ,  $S$ ,  $v$ ) визначається ефективна потужність різання  $N_e$  і перевіряється відповідність моделі верстата за потужністю приводу [38]. Потужність електродвигуна верстата має бути на 10...20 % більше за потрібну.

Після призначення режимів обробки необхідно провести *розрахунок штучного часу* на кожну операцію. Норма часу є одним з основних показників технологічного процесу і визначається з умов якнайповнішого використання технологічних можливостей обладнання й інструменту відповідно до вимог щодо обробки деталі.

Норма штучного часу визначається за формулою [6; 27; 23]:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{тех.об}} + T_{\text{орг.об}} + T_{\text{відп}},$$

де  $T_o$  – основний (машинний) час, хв;

$T_d$  – допоміжний час, хв;

$T_{\text{тех.об}}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{орг.об}}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{відп}}$  – час на відпочинок і природні потреби, хв.

Для спрощення підрахунку норми штучного часу застосовують наступну формулу

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_d)(1 + K/100),$$

де  $K$  – сумарна кількість відсотків для всіх видів витрат часу на обслуговування і відпочинок,  $K = 6 \dots 12 \%$ .

Величина основного часу розраховується для кожного переходу за відповідними формулами даного виду обробки. Величина допоміжного часу встановлюється для кожного переходу шляхом підсумовування нормативних витрат часу за всіма елементами операцій або приймається укрупнено на операцію залежно від її характеру і змісту, типу обладнання, маси і типу деталі і кількості робочих ходів. Ці величини наводяться в таблицях довідників [23].

У серійному виробництві необхідно враховувати підготовчо-завершальний час  $T_{\text{п.з}}$ , що розраховується на партію деталей  $n$ . Норму часу на операцію в умовах серійного виробництва називають штучно-калькуляційною нормою часу і визначають за формулою

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n}.$$

Розмір партії деталей можна орієнтовно визначити за наступною формулою

$$n = \frac{\sum T_{\text{п.з}}}{\alpha \sum T_{\text{шт}}},$$

де  $\sum T_{\text{п.з}}$  – сумарний підготовчо-завершальний час на всі операції технологічного процесу, хв;

$\Sigma T_{шт}$  – сумарний штучний час для виготовлення деталі, хв;  
 $\alpha$  – коефіцієнт допустимих втрат часу на переналагодження обладнання;  $\alpha = 0,03 \dots 0,1$ .

Розмір партії деталей має бути кратним річній програмі випуску і не має бути менше кількості виготовлених деталей за зміну.

Елементи режимів обробки і результати розрахунку норми часу для кожної з операцій, що розробляються, записуються в операційні карти. Норми часу решти операцій технологічного процесу визначаються за нормативними довідниками і заносяться в маршрутні карти.

Приклади заповнення маршрутних і операційних карт, карт ескізів наведено в дод. М.

### ***3. Розробка карт налагодження на операції механічної обробки***

При розробці технологічної документації на проєктований технологічний процес, залежно від складності операцій, дипломник розробляє декілька технологічних карт-наладок або розрахунково-технологічну карту (РТК). РТК розробляються при обробці на верстаті з ЧПК або операційному центрі (ОЦ) з ЧПК.

Технологічна карта-наладка є схемою обробки заготовки, закріпленої в пристосуванні, на даній операції. На карті обов'язково мають бути показані опорні і затискні елементи пристосувань в точній відповідності до дійсних умов базування і закріплення деталі на даній операції. Різальні інструменти показуються в робочому положенні в кінці робочого ходу і за своїм зовнішнім виглядом повинні відповідати нормалізованим конструкціям, що використовуються. Якщо необхідно, штриховою лінією показують і початкове положення інструменту. Якщо при обробці застосовують послідовно декілька

інструментів, то один з них показують в кінцевому положенні, а інші – поряд, в послідовності виконання переходів. Складний інструмент не слід викреслювати повністю, достатньо, наприклад, показати габарити і форму фрези, два-три зуба і спосіб їх кріплення [32; 37; 45].

Необхідно показати: налагоджувальні й операційні розміри з допусками, що одержуються на даній операції; шорсткість оброблюваних поверхонь; траєкторію руху подачі різального інструменту або заготовки в процесі обробки. Оброблювані поверхні зображуються лініями в 2–3 рази товщими, ніж основні лінії картиналадки. Траєкторії рухів позначають стрілками.

Ескіз наладки слід давати в одній або двох найбільш характерних проекціях. При багатоперехідній обробці на револьверних або багатопшпіндельних верстатах ескізи наладки виконуються для всіх переходів, при цьому опорні і затискні елементи зображуються тільки на першому переході обробки, якщо в процесі виконання операції заготовка не перевстановлюється.

На картах наладок наводяться результати розрахунку елементів режиму обробки і норм часу, дані про інструмент і пристосування, що використовуються; умовно показуються робочі упори і напрями основних рухів. На картах також можуть бути наведені особливі технічні вимоги до точності даної операції.

При розробці карт наладок на агрегатні верстати необхідно показати схему розташування силових головок і ескізи обробки деталі на кожній позиції.

Для верстатів з ЧПК та ОЦ розробляються розрахунково-технологічні карти наладок. РТК розробляються на підставі операційної карти, схеми руху інструментів, карти наладки і містять процес обробки деталі на верстаті з ЧПК у вигляді графічного зображення траєкторії переміщення інструменту з необхідними даними.

Деталь викреслюється в прямокутній системі координат верстата з вказівкою всіх параметрів, необхідних для програ-

мування. До РТК вноситься наступна інформація: модель верстата, тип системи ЧПУ, номер програми; номер базової і опорної точок, або прирощення й імпульси; подача, частота обертання і напрям обертання шпинделя для кожної ділянки переміщення інструменту; номер коректора з вказівкою осі переміщення; технологічні команди [32; 37; 45].

Ескізи обробки на картах наладок і РТК виконуються в довільному масштабі, але з дотриманням розмірних пропорцій.

### **3.3.6. Визначення технологічної собівартості механічної обробки**

Технологічний процес, що розробляється, повинен, в першу чергу, забезпечити виготовлення деталі в повній відповідності до вимог, що висуваються кресленням і технічними умовами. Проте виконання цих вимог в більшості випадків може бути здійснено декількома способами (наприклад, обробку площини можна проводити струганням, фрезеруванням, протягуванням і т. д.). У зв'язку з цим дипломник при розробці технологічного процесу повинен не тільки забезпечити вимоги відносно шорсткості і якості обробки, точності розмірів, форм тощо, але і вибрати серед можливих варіантів обробки оптимальний, такий, що найкращим чином відповідає заданим умовам виробництва.

Вибір оптимального варіанта технологічного процесу проводиться шляхом порівняння технологічної собівартості операцій, терміну окупності капітальних вкладень і продуктивності праці. Методика економічного обґрунтування викладена в літературі [6; 32; 38].

При виконанні дипломної роботи, враховуючи відомі труднощі економічної оцінки розроблюваного технологічного процесу, допускається обґрунтування варіанту однієї або декількох запроєктованих операцій (за узгодженням з керівником дипломної роботи).

### 3.3.7. Розробка технологічної документації

У дипломній роботі для оформлення розроблених технологічних процесів залежно від типу і характеру виробництва (ГОСТ 3.1102-81) застосовуються наступні види технологічних документів загального і спеціального призначення (див. дод. М):

а) маршрутна карта – документ, що містить опис технологічного процесу виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення по усіх операціях в технологічній послідовності з вказівкою даних про устаткування, оснащення, матеріальні і трудові нормативи;

б) операційна карта – документ, що містить опис технологічної операції з вказівкою переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення;

в) карта ескізів – документ, що містить ескізи, схеми і таблиці, необхідні для виконання технологічного процесу, операції або переходу виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення. Оформлення карт ескізів за ГОСТ 3.1105-84.

Маршрутна карта є обов'язковим документом, і її заповнення повинно здійснюватися відповідно до вимог ГОСТ 3.1404-86 і ГОСТ 3.1118-82. Номери операцій і переходів слід нумерувати арабськими цифрами. Рекомендується нумерувати операції в технологічній послідовності через п'ять, наприклад, 005, 010, ... . Переходи слід нумерувати в технологічній послідовності: 001, 002, 003 і т. д.

Операційні карти механічної обробки складаються за формами 1 і 1а, а їх графи заповнюють відповідно до ГОСТ 3.1404-86 і ГОСТ 3.1118-82. Графи, що мають у своєму змісті номер цеху і ділянки, в дипломній роботі можна не заповнювати.

При розробці технологічної документації необхідно за вказівкою керівника дипломної роботи розробити операційні

технологічні карти на дві операції в системах автоматизованого проектування технологічних процесів ("КАРУС", "ВЕРТИКАЛЬ", "ТехноПро") і операційні ескізи до цих операцій із застосуванням сучасних CAD-систем ("КОМПАС", SolidWorks, AutoCAD). Графічні позначення опор, затискачів, установочних пристроїв та їх робочих поверхонь, а також приклади схем установок для операційних ескізів наведені у дод. Н.

Усі розроблені технологічні документи мають бути скомплектовані і зброшуровані з пояснювальною запискою у вигляді додатків. Документи по складанню і механічній обробці комплектуються в наступній послідовності: титульний лист, маршрутні карти, карти ескізів, операційні карти.

### **3.3.8. Розробка технологічного процесу складання виробу**

Відповідно до теми дипломної роботи студентом може розроблятися технологічний процес виготовлення та складання виробу. У цьому випадку технологічна частина повинна містити також наступні підрозділи.

#### *1. Організаційна форма складання*

Види складання по типу організації виробництва (потокове або групове) і переміщення складального виробу (стаціонарне або рухоме), що регламентуються ГОСТ 23887-79, вибирають з урахуванням конструктивних особливостей, габаритів, сумарної трудомісткості складання і річної програми випуску виробів. Спочатку вид складання вибирають заздалегідь, на основі базового підприємства, а потім, після розробки технологічного процесу складання, вибору технологічного оснащення і нормування, остаточно.

Неприпустимо в дипломній роботі застосовувати складання за принципом концентрації (тобто без розчленовування

складальних робіт). Необхідно прагнути до застосування поточного складання, яке дозволяє понизити собівартість виготовлення, скоротити тривалість виробничого циклу, підвищити продуктивність праці, поліпшити облік і планування виробництва.

Області застосування різних видів складання, їх особливості і розрахункові формули для визначення необхідних характеристик (тривалість складального процесу, такт і ритм випуску, швидкість переміщення і т. д.) наведені в літературі [6; 32; 19; 43; 45; 31].

## *2. Визначення методу досягнення точності замикаючої ланки при складанні*

У дипломній роботі необхідно вибрати і обґрунтувати методи досягнення необхідної точності окремих параметрів вузла (повна, неповна або групова взаємозамінність, пригонка, регулювання або застосування компенсуючих матеріалів).

Розрахунок і обґрунтування проводяться для 1 або 2 норм точності (технологічних вимог).

Для цього, виходячи з норм точності, виконують розмірний аналіз конструкції вузла, виявляють розмірні ланцюги і виконують їх розрахунок.

Докладна методика проведення розмірного аналізу наведена в роботах [6; 19], а методика розрахунку і області застосування методів досягнення необхідної точності – у ГОСТ 16319-80, ГОСТ 19415-74 і також в роботах [45; 33].

У результаті розмірного аналізу і розрахунку розмірних ланцюгів може виявитися необхідність в зміні точності параметрів деталей, внесення змін до конструкції вузла. Пропоновані зміни оформляють у вигляді ескізів.

Розмірний ланцюг і підсумкові дані розрахунків наводять в розрахунково-пояснювальній записці.

Розділ в записці закінчують висновком про найбільш доцільний метод досягнення необхідної точності складання.

### *3. Розробка схеми і технологічного процесу складання*

Для визначення послідовності складання вивчають конструкцію виробу за складальними кресленнями і кресленнями деталей. У результаті цього встановлюють складові виробу. Знаходять також базову деталь в кожній складальній одиниці.

При розбитті на складальні одиниці дотримуються наступних правил [22]:

- складальна одиниця має бути оптимальною за кількістю деталей, масою і габаритами: велика утрудняє транспортування, а дроблення складальних одиниць погіршує комплектування і організацію робіт;
- якщо потрібні випробування, обкатка, спеціальний пригін вузла, контроль, то ці дії треба виділити в окремі операції;
- складальна одиниця не повинна при встановленні на машину (на загальному складанні) розбиратися;
- кількість деталей, що йдуть окремо, тобто без приналежності до якоїнебудь складальної одиниці, має бути мінімальною;
- зручно, якщо трудомісткість складання більшості складальних одиниць приблизно однакова.

Послідовність загального складання виробу визначається його конструктивними особливостями і методами досягнення необхідної точності замикаючих ланок. При цьому дотримуються наступних правил:

- починають загальне складання машини з установки базової деталі або вузла;
- встановлені вузли не повинні заважати установці подальших деталей і складальних одиниць;
- бажано в першу чергу встановлювати ті вузли і деталі, які беруть участь в рішенні найбільш важливих складальних розмірних ланцюгів, тобто ті, які вирішують найбільш важливу функціональну задачу;

– деталі або складальні одиниці, розміри яких є спільними ланками декількох розмірних ланцюгів, повинні встановлюватися в першу чергу. Наприклад, при складанні двоступінчатого редуктора вузол проміжного вала встановлюють перед установленням вузлів вхідного і вихідного валів, оскільки його вихідні параметри входять до розмірних ланцюгів, що визначають точність зацеплення як першого, так і другого ступенів.

Послідовність складання зображають у вигляді схеми складання. Деталі і складальні одиниці позначають у вигляді прямокутників, а операції складання – стрілками, що пов'язують їх з маршрутною лінією складання. У випадку, якщо при складанні виробу необхідне розбирання окремих складальних одиниць, напрямок стрілки міняють на зворотній. Приймаючи напрямок маршрутної лінії від базової деталі до готового виробу, технологічну послідовність приєднання окремих деталей і складальних одиниць визначають черговістю їх приєднання до маршрутної лінії. Паралельність маршрутних ліній означає можливість паралельного складання окремих складальних одиниць. Вид слюсарно-складальної операції, а також вживане при цьому обладнання, оснащення та інструмент можна вказати умовними позначеннями (знаками), на яких проставляють літерні позначення операцій і порядковий номер оснащення за специфікацією схеми складання.

Докладні рекомендації щодо розробки схеми складання виробу викладені в роботах [22; 31; 33]. Схему складання вузла наводять на окремому листі графічної частини.

За схемою складання розробляють сам технологічний процес.

При розробці технологічного процесу складання приймають наступний порядок виконання робіт (залежно від типу виробництва, виду і габаритів виробу окремі етапи можуть бути відсутніми):

- підготовка і комплектування деталей до складання;
- вузлове складання і випробування окремих вузлів;
- загальне складання виробу;
- обкатка і випробування;
- демонтаж, консервація і упакування.

Оскільки трудомісткість складання часто, наприклад, в умовах одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва, визначається не стільки трудовитратами на складальні операції, скільки трудомісткістю різного роду підгінних і допоміжних слюсарних робіт, необхідно приділити серйозну увагу питанню виключення або максимального зниження об'єму цих робіт. Наприклад, за рахунок заміни ручних підгінних робіт на складні види обробки на металорізальних верстатах, застосування верстатів з розширеними технологічними можливостями, використання УСП при обробці на верстатах і т. д. Докладні рекомендації наведені в роботах [22; 31].

### ***3.4. Конструкторська частина***

До складу конструкторської частини входять:

- проектування верстатного (складального) пристосування; вони мають бути механізованими, тобто відповідати типу виробництва проекту;
- проектування спеціального ріжучого інструмента, при цьому не слід проектувати простий або нормалізований ріжучий інструмент. Необхідність проектування спеціального ріжучого інструмента студент вирішує з керівником;
- або проектування спеціального вимірювального інструмента (за узгодженням з керівником), при цьому не слід проектувати простий вимірювальний інструмент (типу шаблонів тощо), або нормалізований вимірювальний інструмент (калібр-пробка, скоба тощо).

### 3.4.1. Проектування верстатного пристосування

Цей підрозділ повинен містити:

- детальний опис устрою пристосування;
- опис роботи пристосування;
- обов'язково має бути розрахункова схема з визначенням зовнішніх сил, сил закріплення та вихідного зусилля приводу;
- розрахунок сил різання (зовнішніх сил);
- розрахунок сил закріплення, вихідного зусилля приводу і визначення параметрів приводу;
- розрахунок на міцність найбільш навантажених деталей пристосування (за вказівкою керівника).

Конструювання пристосувань [2; 3; 7; 12; 16; 17; 26; 39-41] слід розпочинати з формулювання технічного завдання і основних експлуатаційних вимог, яким повинна задовольняти конструкція проектного пристосування. Слід враховувати те, що верстатне пристосування проектується для класу деталей, однією з яких є розроблювана деталь. Тому спроектоване пристосування повинне забезпечувати установку з необхідною точністю усіх деталей цього класу із заданого вузла. Після цього остаточно формулюється основна ідея і вибирається принципова схема конструкції.

При виборі принципової схеми пристосувань необхідно враховувати:

- конструктивні особливості обладнання, для якого проектується пристосування, і умови його роботи при виконанні цієї операції (вибираються з паспорта верстата);
- технічні вимоги відносно базування і закріплення деталі (вибираються з креслення деталі й інших деталей цього класу);
- максимальну механізацію пристосування;
- забезпечення необхідної точності обробки або складання;
- забезпечення мінімальних витрат допоміжного часу при виконанні операції;

- забезпечення найбільшої продуктивності при найменшій складності і вартості пристосування;
- максимальне використання нормалізованих вузлів і деталей в конструкції пристосування;
- можливість швидкої переналадки пристосування для обробки подібних деталей.

Проектування пристосувань зазвичай проводиться в два етапи:

- розробляється принципова схема базування і закріплення деталі;
- конструктивно оформляються елементи пристосування і його загальне компоновання.

В умовах виробництва перший етап виконується технологом при розробці технологічного процесу виготовлення деталі, а другий конструктором технологічної оснастки з відділу головного технолога. В умовах дипломного проектування завдання обох етапів самостійно вирішуються студентами.

**Методика проектування пристосувань** полягає в наступному [35]:

1) визначають тип і розмір установчих елементів, їх максимальну кількість, взаємне розташування і розраховують складові похибки установки (з урахуванням схеми базування, точності і шорсткості базових поверхонь);

2) виходячи із заданої продуктивності операції, типу виробництва, точності виготовлення заготовки і конструктивних особливостей деталі, визначають систему пристосування (УБП, УНП, УСП, СРП, СНП, НСП) і його тип (одно- або багатомісне, одно- або багатопозиційне);

3) за зовнішніми силами, які діють на заготовку, і вибраною схемою установки складається схема дії сил на деталь, вибирається місце прикладення і напрям сили закріплення, розраховується її величина. Розраховується похибка закріплення;

4) знаючи силу закріплення і кількість місць її прикладання, вибирають тип затискного механізму, розраховують його основні параметри і величину необхідної вихідної сили приводу;

5) за вихідною силою і часом на закріплення і відкріплення деталі вибирають тип силового приводу, розраховують його розміри і вибирають нормалізовані стандартні;

6) встановлюють тип і розміри елементів для визначення положення і направлення різального інструменту;

7) вибирають допоміжні пристрої (для повороту, фіксації, виштовхування тощо), визначають їх конструкцію, розміри, розташування;

8) розробляють загальний вигляд пристосування і визначають точність його виконавчих розмірів;

9) розраховують на міцність найбільш навантажені елементи пристосування;

10) розробляється технічний опис, який включає:

- призначення верстатного пристосування, а також склад найважливіших вузлів і деталей;

- опис конструкції верстатного пристосування;

- опис принципу дії верстатного пристосування;

- техніка безпеки при експлуатації пристосування;

11) розробляються і розраховуються технічні характеристики і технічні вимоги.

*До найважливіших технічних характеристик відносяться:*

- діапазон габаритних розмірів встановлюваних заготовок;

- величина сили закріплення;

- точність установки заготовки;

- величина переміщення робочих органів при закріпленні заготовки;

- параметри енергії, що підводиться до приводу пристосування;

- виконання верстатного пристосування.

*До найважливіших технічних вимог відносяться:*

- розрахункові параметри точності розташування різних поверхонь, які визначають положення заготовки;
- розрахункові параметри точності переміщення різних деталей пристосування;
- розрахункові параметри при випробуванні пристосування;
- маркування пристосування;
- періодичність змазування вузлів;
- консервація і транспортування пристосування (у разі потреби).

У разі потреби розраховують економічну ефективність розробленої конструкції пристосування.

Після виконання необхідних розрахунків виконують загальний вигляд пристосування, який розробляють методом послідовного викреслювання окремих його елементів в певному порядку:

- виконують креслення оброблюваної деталі в трьох проєкціях (рідше в двох) на необхідній відстані один від одного з тим, щоб помістилися проєкції пристосування;
- наносять на креслення елементи пристосування для направлення інструменту;
- викреслюють установчі елементи пристосування так, щоб базові поверхні деталі стикалися з ними;
- викреслюють затискні механізми і привід;
- наносять допоміжні пристрої і деталі;
- конструктивно оформляють корпус пристосування з урахуванням зручного розміщення елементів;
- оформляють креслення пристосування. Проставляють розміри і допуски, складають специфікацію деталей з вказівкою матеріалу, термообробки, стандартів і нормалей. Вказують технічні вимоги до складання пристосування і його основні характеристики (за необхідності).

На загальному вигляді пристосування мають бути представлені наступні розміри:

1. Установочні розміри:

- розміри, точність яких впливає на похибки розмірів оброблюваної деталі;

- розміри з'єднання і монтажні проміжки (зазори), які визначають розташування і умови роботи окремих механізмів.

2. Приєднувальні розміри:

- розміри, які визначають точність установки пристосування на металорізальних верстатах;

- розміри, які визначають точність установки заготовки на пристосування.

3. Габаритні і довідкові розміри.

Складальні креслення пристосувань зазвичай виконують в масштабі 1:1 (за винятком пристосувань для великих і дрібних деталей). Вони повинні містити достатню кількість видів, розрізів, які потрібні для повного розуміння конструкції проектного пристосування і дають уявлення про розташування і взаємний зв'язок складових частин, які з'єднуються по цьому кресленню, і забезпечують можливість складання і контролю пристосування.

Виконання складального креслення пристосування повинне проводитися відповідно до ЄСКД.

У тому випадку, коли в дипломній роботі передбачається використати пристосування, яке вже є на підприємстві, де студент проходив практику, це пристосування модернізується. Роботи по модернізації і удосконаленню конструкції повинні виконуватися на базі ретельного аналізу існуючого пристосування і з урахуванням раніше викладених вимог, які висуваються до пристосувань.

Слід мати на увазі, що просте копіювання заводських конструкцій пристосувань без внесення в них доцільних змін не допускається.

Методика розробки інших пристосувань (для складання, зварювання тощо) принципово не відрізняється від викладеної вище. Проте при їх конструюванні необхідно враховувати специфічність їх призначення і особливі вимоги до їх конструкції.

### **3.4.2. Проектування контрольних пристосувань**

Для однієї з операцій технологічного процесу або для операції остаточного контролю в дипломній роботі студент повинен розробити контрольні-вимірювальні пристосування (спеціальний вимірювальний інструмент) або РТК для операції контролю на координатно-вимірювальних машинах.

Контрольні пристосування і вимірювальний інструмент проектують і застосовують для виміру або контролю наступних параметрів :

- лінійних і діаметральних розмірів;
- точності взаємного положення окремих поверхонь деталей або окремих деталей складальної одиниці;
- відхилень від правильної геометричної форми деталей;
- точності параметрів зачеплення зубчастих коліс;
- правильності роботи складальних агрегатів, механізмів, машин тощо.

При проектуванні спеціального вимірювального інструменту необхідно:

- обґрунтувати необхідність застосування спеціального вимірювального інструменту;
- дати детальний опис устрою спеціального вимірювального інструменту, привести його схему, методику користування інструментом;
- виконати розрахунок точності вимірювання інструментом;
- підібрати матеріали, вид термічної (хімікотермічної, гальванічної і т. ін.) обробки найбільш важливих деталей інструменту;

- надати вимоги щодо користування інструментом з метою збереження точності вимірювання протягом тривалого терміну.

*Студент повинен розробити:*

- креслення загального виду конструкції пристосування;
- специфікацію усіх складальних одиниць і деталей, що входять в пристосування;
- технічні умови на складання і установку пристосування на робочій позиції;
- технічну характеристику пристосування.

Щоб застосування спроектованого контрольного пристосування було доцільним і ефективним, воно повинне задовольняти ряду вимог [14]:

- кожне пристосування по своїй конструкції і прийнятому методу виміру або контролю повинне знаходитися в строгій, органічній ув'язці зі встановленим технологічним процесом і вимогам креслення;
- контрольні пристосування (інструменти) повинні забезпечувати оптимальну точність виміру або контролю;
- продуктивність контрольних пристосувань (вимірювальних інструментів) повинна задовольняти умовам їх застосування, що визначаються масштабом виробництва і організації технічного контролю (вибірковим або суцільним контролем);
- конструкція контрольного пристосування (вимірювального інструменту) повинна забезпечити зручність користування ним і простоту його експлуатації.

Методика проектування контрольних-вимірювальних пристосувань (КВП) аналогічна методиці проектування верстатних пристосувань:

- 1) розробка можливих схем вимірювання заданого геометричного параметра на заготовці, вибір раціональної схеми вимірювання;

- 2) згідно з вибраною схемою вимірювання розробка декількох можливих теоретичних схем базування заготовки, їх

аналіз, визначення похибок базування, вибір установчих елементів пристосування;

3) розробка схеми КВП, вибір його елементів;

4) розробка конструкції КВП;

5) розрахунок жорсткості відповідальних елементів;

6) знаходження усіх ланцюгів, в яких виникають похибки вимірювання, розрахунок кінематичних, температурних похибок і похибок відліку;

7) розробка загального рівняння для розрахунку похибки КВП, розрахунок загальної похибки вимірювання КВП;

8) розрахунок допусків в деталях, що сполучаються, визначення точності вимірювання;

9) розробка технічного опису КВП, технічних характеристик, технічних вимог і специфікації.

У разі проектування контрольного інструменту (гладких, різьбових, комплексних шліцьових калібрів тощо) в розрахунково-пояснювальній записці мають бути приведені розмірні ланцюги для розрахунку його виконавчих розмірів.

### **3.4.3. Проектування спеціального ріжучого інструменту**

При проектуванні спеціального ріжучого інструменту необхідно:

– підібрати матеріал ріжучої частини інструменту, обґрунтувати вибір;

– виконати розрахунок режимів різання, визначити зусилля різання;

– підібрати геометричні параметри ріжучої частини інструменту;

– розрахувати відповідно діючих методик конструкцію інструмента;

- виконати розрахунок на міцність найбільш навантажених місць інструменту;
- підібрати по нормативам стандартні елементи конструкції інструменту;
- визначити всі технічні умови на виготовлення спеціального ріжучого інструменту.

Принципова схема послідовності проектування і розрахунку інструменту представлена на рис. 1. У конкретному випадку вона може поглиблюватися або спрощуватися.

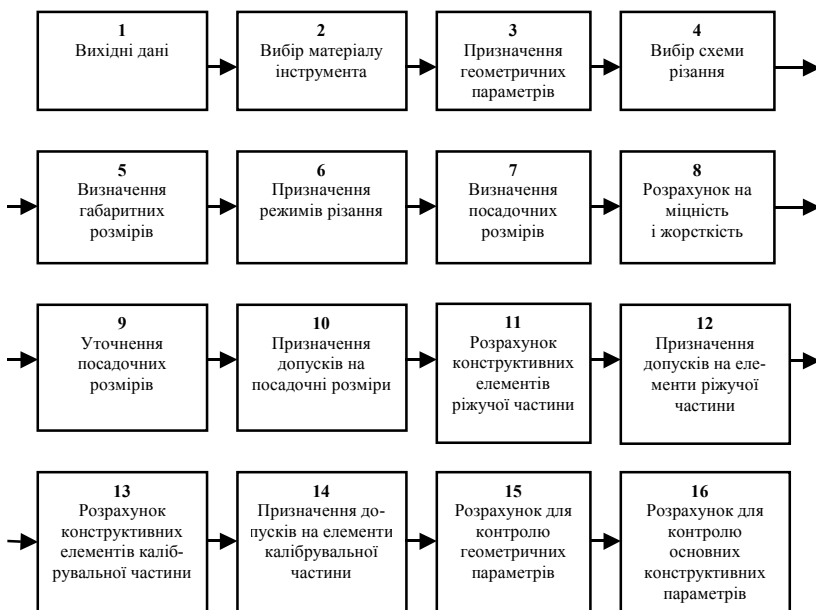


Рис. 1. Послідовність проектування інструмента

Вибір матеріалу і призначення геометричних параметрів залежить від трьох груп факторів:

- перша група характеризує заготовку і безпосередні зв'язки між заготовкою та інструментом – матеріал заготовки; ви-

моги щодо точності і шорсткості оброблюваної поверхні; метод отримання заготовки, її маса і габарити;

– друга група характеризує інструмент – тип інструменту і його конструктивні особливості; матеріал інструменту; габаритні розміри; тип виробництва інструменту, вимоги щодо повторного заточування; особливості термообробки і методи нанесення зносостійких покриттів на робочу поверхню інструменту;

– третя група характеризує умови експлуатації інструменту – режими різання; тип виробництва деталей; склад ЗОР і спосіб подачі в зону різання; регламенти по стійкості інструмента; форма стружки і її відведення; вид обладнання, на якому намічається використовувати інструмент, його потужність.

Джерелами інформації при описі факторів можуть служити матеріали заводу-базы переддипломної практики і довідкова література.

Розрахунок основних конструктивних елементів інструменту виконують, керуючись відомими методиками розрахунку металорізального інструменту.

Щоб отримати оптимальну конструкцію інструменту, необхідно досить повно провести аналіз способів формоутворення поверхонь інструменту, що утворюють ріжучі кромки. З цією метою вирішують такі основні завдання:

- визначають кінематику руху інструменту і заготовки;
- з урахуванням кінематики та форми заготовки визначають форму вихідної поверхні інструменту, на якій розташовуються ріжучі кромки; ця задача вирішується графічними, графоаналітичними і аналітичними методами;
- визначають форму передньої поверхні і положення ріжучої кромки на вихідній поверхні інструменту з урахуванням призначених геометричних параметрів;

- визначають форму задніх поверхонь з урахуванням забезпечення заданих кутів і збереження постійної форми ріжучої кромки при повторних заточуваннях;

- уточнюють можливі похибки обробки заготовки повторно заточеним інструментом;

- приймають конструктивні рішення по ефективному відведенню і дробленню стружки;

- визначають спосіб подачі ЗОР у зону різання.

Якщо в завданні на дипломну роботу запропоновано крім проектування розробити технологію виготовлення інструменту, то в цьому розділі додатково слід:

- вибрати і розрахувати інструменти другого порядку для попередньої і остаточної обробки формотворчих поверхонь основного інструменту;

- визначити параметри установки інструменту другого порядку по відношенню до основного інструменту при обробці формотворчих поверхонь.

З метою задоволення таких факторів як: здатність витримувати задані навантаження; забезпечення відбору, розміщення і транспортування стружки; наявність жорсткості, достатньої для запобігання вібрації, яка знижує точність обробки; забезпечення мінімальної матеріаломісткості – інструмент розраховують на міцність і жорсткість.

Розрахунок на міцність корпусу інструменту або різних його частин роблять у такій послідовності: за заданими режимами різання і геометрією визначають сили різання (осьові, радіальні, тангенціальні сили, моменти), що діють на ріжучу кромку або на сумарну довжину ріжучих кромок, які одночасно беруть участь в різанні; намічають небезпечні перетини; визначають геометричні характеристики небезпечних перетинів (площа перетину, полярні моменти інерції тощо).

Розрахунок на міцність проводять: на розтягнення (протяжки), на вигин (різці), на кручення (свердла), одночасно на

кручення, вигин, поздовжній вигин, розтягнення-стиснення (кінцевий інструмент).

У практиці конструювання інструменту розрахунок на міцність ріжучого клина і тіла зуба зазвичай не проводиться. Їх міцносні якості забезпечують відповідними геометричними параметрами і формою зуба інструмента на підставі існуючих рекомендацій.

Спроектований інструмент подається в графічній частині дипломної роботи відповідно до правил ЕСКД, а розрахунок, обґрунтування і пояснення – в конструкторській частині розрахунково-пояснювальної записки.

#### **3.4.4. Проектування засобів механізації та автоматизації виробничого процесу**

В конструкторській частині на рівні технічного проекту можуть розробляються (відповідно до завдання) креслення загальних видів різних засобів механізації та автоматизації, наприклад: пристроїв, для установки і зняття заготовок (маніпуляторів, штовхачів, промислових роботів тощо); накопичувачів заготовок і готових виробів, пристроїв, для зміни інструменту, допоміжних пристроїв, для прибирання стружки, очистки та мийки, затискних пристосувань, контрольно-вимірювальних засобів для контролю розмірів деталей і інших параметрів виробничої системи, автоматизованих транспортних засобів тощо.

Найбільш повно розділ проектування засобів механізації та автоматизації повинен бути представлений у дипломній роботі, в якій використовуються виробничі системи у вигляді різного типу автоматичних і автоматизованих ліній, робототехнічних комплексів, гнучких виробничих систем.

У повному обсязі розділ повинен містити: технічне завдання (ТЗ) на проектування; технічну пропозицію варіантів вирішення

задачі; технічний проект з виконанням необхідних розрахунків і оформленням відповідної конструкторської документації.

Рекомендації щодо розробки ТЗ наведено в [45, 18].

В технічній пропозиції наводяться й аналізуються не менше двох варіантів можливого рішення задачі, сформульованої в ТЗ. Ці варіанти знаходять на основі вивчення базового виробничого процесу, маршрутно-операційного техпроцесу, розробленого в дипломній роботі, і в результаті патентно-інформаційного пошуку за відповідною темою. Студент повинен доказово зупинитися на одному з варіантів, привівши порівняльну оцінку як переваг, так і недоліків відібраного варіанта.

На основі технічної пропозиції здійснюють ескізу проробку.

Ескізний проект повинен розкрити принципову конструктивну і технологічну сутність пристрою, його основних вузлів. В ньому визначаються схеми, межі і зв'язки між вузлами, схема вбудовування пристрою в автоматичну лінію, рішення принципів схем гідро-, пневмо- і електрообладнання, кінематична схема, циклограма тощо [32].

На цьому етапі особливо проявляється творча ініціатива студента, його здатність і вміння приймати правильні інженерні рішення. Ескізний варіант розроблюваного пристрою повинен бути узгоджений з керівником роботи або працівниками виробництва, для якого виконується проект.

Мета технічного проектування – остаточне визначення компоновання пристрою. На цьому етапі визначаються конфігурація і розміри деталей, вузлів, їх взаємне розташування, переміщення, крайні положення переміщуваних частин, приймається остаточне рішення за функціонально-експлуатаційними, виробничо-технічними, економічними вимогами.

На кресленнях загального вигляду розробленого пристрою наносять посадочні розміри з допусками, вказують частоту обертання і швидкості позовжніх переміщень, наносять розміри ув'язки, проставляють дані, що характеризують передачі

(модулі, числа зубів, діаметри шківів тощо). Креслення загальних видів вузлів виконують в двохт-рьох проекціях з розрізами і перетинами. Розробляють технічну характеристику і технічні вимоги.

### ***3.5. Спеціальна частина***

При розробці технології, при проектуванні оснащення або дільниці завжди виникають питання, які потребують більш детальної проробки, пошуку нових технологічних або проектних рішень, деякі з них можуть бути на рівні винаходів або новітніх розробок науки і техніки.

Мета цього розділу – сумісно з керівником виявити такі місця в дипломній роботі, які потребують нових технологічних або проектних рішень, і зробити в цьому напрямку відповідні розробки. Це може бути:

- патентний пошук по авторським свідоцтвам за останні роки за визначеним напрямом;
- аналіз наукових звітів по пошуковим роботам за визначеним напрямом за останні роки;
- реферат по літературним джерелам новітніх видань технічної літератури;
- огляд каталогів та проспектів провідних фірм-розробників найсучаснішого обладнання по визначеному напрямку;
- розробка алгоритмів, методик розрахунків, робочих програм, тощо.

Спеціальна частина не є обов'язковим розділом кожної дипломної роботи і призначена для підвищення якості підготовки бакалаврів. Її метою є наукове дослідження одного з технологічних або конструкторських питань. Вона є продовженням технологічної або конструкторської частин і розташовується у відповідній частині. Їй привласнюється порядковий номер за місцем знаходження в записці. Тема спецчастини формується

керівником дипломної роботи разом із студентом і затверджується разом з темою дипломної роботи.

Спецчастина до дипломної роботи може розроблятися за наступними основними напрямками:

- наукові розробки з тематики кафедри або відділів заводів, направлені на дослідження або впровадження (освоєння) нових, прогресивних технологічних процесів;

- наукова розробка у сфері технології виробництва деталей машин, пов'язаних з підвищенням якості виробів при виконанні обробних операцій, автоматизацією процесів обробки тощо;

- наукові розробки у сфері оснащення (окремих вузлів обладнання, пристосувань для обробки або складання, оброблювальних інструментів або пристроїв, вимірювальних пристосувань тощо) й їх техніко-економічне обґрунтування.

Окрім цього, у спеціальній частині можуть видаватися завдання, пов'язані з розрахунками або теоретичними дослідженнями різних технологічних процесів, вузлів механізмів, обладнання, технологічного оснащення тощо, із створенням нових інженерних методів розрахунку вузлів, пристроїв і т. д.

За темою спецчастини студент може виконати публікації в студентських збірках наукових праць. Апробацію теми доцільно проводити на студентській науковотехнічній конференції.

Підсумком досліджень спеціального розділу обов'язково повинна бути розробка рекомендацій з впровадження найбільш доцільнішого технологічного, проектного рішення або конструкції в розроблюваний проект.

### ***3.6. Організаційно-економічна частина***

Дана частина не є обов'язковою, але може бути розроблена у разі необхідності та доцільності.

В розділі необхідно визначити та сформулювати завдання, що потрібно вирішити на спроектованій спеціальній ділянці

в умовах ринкових відносин (підвищення ефективності виробництва, збільшення продуктивності, зменшення витрат на виробництво та підвищення конкурентоздатності продукції тощо), а також розробити організаційні, технологічні та технічні пропозиції щодо вирішення цих завдань.

Зміст організаційно-економічної частини дипломної роботи погоджується з керівником роботи. При його виконанні необхідно користуватися літературними джерелами і методичними вказівками, розробленими відповідними кафедрами НУК [13; 20; 21; 44].

### ***3.7. Охорона праці і навколишнього середовища***

При проектуванні технологічного процесу обробки деталі, технологічного оснащення, цеху, його ділянок і відділень дипломник зобов'язаний врахувати вимоги з охорони праці та навколишнього середовища відповідно до діючих правил, ГОСТів і ДСТУ.

Розробка цих питань в дипломній роботі може бути поділена на наступні етапи:

- аналіз і виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектного об'єкта (цеху, ділянки тощо), розроблюваного технологічного процесу і наявних на робочих місцях умов праці;
- розробка заходів щодо забезпечення безпеки умов праці;
- розробка заходів щодо охорони навколишнього середовища;
- розробка заходів протипожежної безпеки.

Основні відомості з правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних заходів щодо збереження здоров'я і працездатності працівників, які працюють у суднобудуванні наведені у навчальних посібниках [46,47].

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологичность конструкций изделий [Текст] : справочник / Т. К. Алекферова, Б. Д. Амиров, П. Н. Волков [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
2. **Ансеров, М. А.** Приспособления для металлорежущих станков [Текст] / М. А. Ансеров. – Л. : Машиностроение, 1975. – 656 с.
3. **Белоусов, А. П.** Проектирование станочных приспособлений [Текст] / А. П. Белоусов. – М. : Высшая школа, 1980. – 240 с.
4. **Бирюков, С. Г.** Обоснование выбора заготовок для судового машиностроения с применением микро ЭВМ [Текст] : учебное пособие / С. Г. Бирюков, Н. Н. Ивахненко, А. П. Шумилов. – Николаев : НКИ, 1991. – 35 с.
5. **Бирюков, С. Г.** Расчет припусков на механическую обработку [Текст] : учебное пособие / С. Г. Бирюков, Н. Н. Ивахненко, А. П. Шумилов. – Николаев : НКИ, 1991. – 42 с.
6. **Бондаренко, С. Г.** Основи технології машинобудування [Текст] : навчальний посібник / С. Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія, 2006, 2007. – 500 с.
7. **Горохов, В. А.** Проектирование и расчет приспособлений [Текст] : учебное пособие / В. А. Горохов. – Мн. : Вышш. школа, 1986. – 238 с.
8. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 1855-55 и ГОСТ 2009-55 ; Введен 01.07.88. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 48 с.
9. ГОСТ 7062-79. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые ковкой на прессах. Припуски и допуски [Текст]. – Взамен ГОСТ 7062-67 ; Введен 01.01.81. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 48 с.

10. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Взамен ГОСТ 7505-74 ; Введен 01.07.90. М. : Изд-во стандартов, 1990. – 52 с.

11. ГОСТ 7829-70. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на молотах. Припуски и допуски [Текст]. – Взамен ГОСТ 7829-55 ; Введен 01.01.71. – М. : Изд-во стандартов, 1970. – 40 с.

12. **Гордєєв, А. І.** Збірник задач з проектування технологічного оснащення [Текст] : навчальний посібник / А. І. Гордєєв, Є. А. Урбанюк, Р. С. Сілін. – Хмельницький : ХмІЦНІ, 2013. – 166 с.

13. **Когут, М. С.** Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні [Текст] / М. С. Когут. – Львів : Львівська політехніка, 2000. – 352 с.

14. **Корсаков, В. С.** Основы конструирования приспособлений в машиностроении [Текст] / В. С. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1987. – 277 с.

15. **Косилова, А. Г.** Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении [Текст] : справочник / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, М. Н. Калинин. – М. : Машиностроение, 1976. – 288 с.

16. **Кузнецов, Ю. И.** Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Брайков. – М. : Машиностроение, 1983. – 359 с.

17. **Кузнецов, Ю. И.** Технологическая оснастка для станков с ЧПУ и промышленных роботов [Текст] / Ю. И. Кузнецов. – М. : Машиностроение, 1987. – 112 с.

18. Курсовое проектирование по специальности "Технология машиностроения" [Текст] : методические указания / Н. Н. Ивахненко, А. П. Шумилов, Б. К. Хлопенко, А. Л. Николаев, В. В. Мамарин. – Николаев : УГМТУ, 1996. – 41 с.

19. **Маталин, А. А.** Технология машиностроения [Текст] : учебник / А. А. Маталин. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. – 496 с.

20. **Верланова, Л. А.** Методичні вказівки до виконання економічних розрахунків у складі дипломного проекту [Текст] / Л. А. Верланова, Г. В. Єфімова. – Миколаїв : НУК, 2004.

21. **Верланова, Л. А.** Методичний посібник до виконання курсової роботи з дисципліни " Організація виробництва " для студентів денної та заочної форми навчання [Текст] / Л. А. Верланова, О. П. Гурченков. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008.

22. **Новиков, Н. П.** Основы технологии сборки машин и механизмов [Текст] : учебник / Н. П. Новиков. – М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.

23. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ. Серийное производство [Текст]. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.

24. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы режимов резания [Текст]. – М. : Экономика, 1990.

25. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках [Текст] : в 3 ч. – М. : Машиностроение, 1974. Ч. 1. – 406 с.; Ч. 2. – 200 с.; Ч. 3. – 360 с.

26. **Поліщук, В. А.** Твердотільне параметричне моделювання засобів технологічного оснащення [Текст] : навчальний посібник до виконання лабораторних і самостійних робіт / В. А. Поліщук. – Миколаїв : НУК, 2008. – 168 с.

27. Практикум з дисципліни "Технологічні основи технології виготовлення деталей машин" [Текст]: навчальний посібник / С. М. Соловйов, М. М. Івахненко, О. П. Шумілов, В. О. Бобошко, О. О. Козленко ; під заг. ред. проф. С. М. Соловйова. – Миколаїв : НУК, 2006. – 172 с.

28. Проектирование технологии автоматизированного машиностроения [Текст] : учебник / под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд. испр. – М. : Высшая школа, 1999. – 340 с.

29. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением [Текст] : справочник / под ред. В. И. Гузеева. – М. : Машиностроение, 2005. – 368 с.

30. **Руденко, П. А.** Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] / П. А. Руденко. – К. : Вища школа, 1985. – 255 с.

31. Сборка и монтаж изделий в машиностроении [Текст] : справочник: В 2 т / под ред. В. С. Корсакова, В. К. Замятина. – М. : Машиностроение, 1983. – Т. 1. – 480 с.

32. **Скворцов, А. В.** Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств [Текст] : учебник / А. В. Скворцов, А. Г. Схиртладзе. – М. : Высш. шк., 2010. – 589 с.

33. **Соловйов, С. М.** Аналіз технологічних процесів із застосуванням розмірних ланцюгів [Текст] : навчальний посібник. – Миколаїв : УДМТУ, 1997. – 59 с.

34. **Соловьёв, С. Н.** Основы технологии судового машиностроения : [Текст] учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – С Пб. : Судостроение, 1992. – 284 с.

35. **Соловьёв, С. Н.** Методические указания к проектированию средств технологического оснащения : [Текст] / С. Н. Соловьёв, М. И. Новосельцев. – Николаев : НКИ, 1992. – 38 с.

36. Специальная технология судового машиностроения [Текст] / С. Н. Соловьев, М. М. Сисюкин, В. Н. Шапошников, Д. Д. Шевченко. – Л. : Судостроение, 1978. – 278 с.

37. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 495 с.

38. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

39. Станочные приспособления [Текст] : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина и А. А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 591 с.

40. Станочные приспособления [Текст] : справочник: в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина и А. А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 2. – 655 с.

41. **Сторож, Б. Д.** Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва [Текст] : навчальний посібник / Б. Д. Сторож, Р. Т. Карпик, А. І. Гордєєв. – Івано-Франківськ ; Хмельницький : ХНУ, 2004. – 230 с.

42. **Схиртладзе, А. Г.** Технологическое оборудование машиностроительных производств [Текст]: учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2001. – 407 с.

43. Технология машиностроения : в 2 т. Т. 2. Производство машин [Текст] / под ред. Г. Н. Мельникова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 640 с.

44. **Харин, А. А.** Проектирование цехов судового машиностроения [Текст] : учебник / А. А. Харин, Э. А. Станчук, Н. Н. Ивахненко. – СПб. : Судостроение, 1992. – 208 с.

45. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] / Л. В. Худобин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1989. – 288 с.

46. **Пістун, І. П.** Охорона праці в суднобудуванні [Текст] : навчальний посібник / І. П. Пістун, А. М. Тубальцев, Н. П. Тубальцева. – Львів: Тріада плюс, 2009. – 580 с.

47. **Пистун, И. П.** Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебное пособие / И. П. Пистун, А. П. Березовецкий, А. Н. Тубальцев; под ред. И. П. Пистуна. – Львов : Афиша, 2003. – 336 с.

48. SECO. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://www.secotools.com>.

49. Sandvik.Coromant. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://www.sandvik.coromant.com>.

50. Iscar. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://www.iscar.ru/index.aspx/countryid/33>.

51. TaeguTec. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://www.taegutec.ru>.

52. Okuma. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://okuma-russia.ru>.

53. Waldrich-coburg. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://www.waldrich-coburg.de/home.html?L=3>.

## ДОДАТКИ

Додаток А

### Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Інститут \_\_\_\_\_ Машинобудівний навчально-науковий  
Кафедра \_\_\_\_\_ Інженерної механіки та технології машинобудування  
Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ бакалавр з інженерної механіки  
Галузь знань \_\_\_\_\_ 13 "Механічна інженерія"  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 131 "Прикладна механіка"  
(шифр і назва)

#### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ  
д-р техн. наук, професор М.Р.Ткач

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 р.

### З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_  
керівник роботи: \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р. № \_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_ робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення деталі, річна програма випуску – \_\_\_\_\_ шт.; довідкові матеріали, ДСТУ, ГОСТи \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Загальний розділ: призначення деталі, аналіз технологічності конструкції, аналіз хімічного складу матеріалу деталі, визначення типу виробництва. 2) Технологічний розділ: вибір способу одержання та проектування заготовки. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі з вибором металообробного обладнання та засобів технологічного оснащення. Визначення припусків на одну із поверхонь деталі розрахунково-аналітичним методом. Розрахунок режимів

різання та норм часу однієї операції механічної обробки деталі. 3) Конструкторський розділ: проектування спеціального верстатного пристосування та спеціального металорізального або вимірювального інструменту. 4) Заходи з охорони праці та навколишнього середовища: Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_ Креслення деталі, креслення заготовки, креслення спеціального пристосування для металорізального верстату, креслення спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій \_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 4      |                                           |                |                  |
|        |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту                         | Срок виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Оформлення технологічного процесу                       |                               |          |
| 2     | Оформлення загального та технологічного розділів (1, 2) |                               |          |
| 3     | Оформлення конструкторського розділу (3)                |                               |          |
| 4     | Розділ з охорони праці та навколишнього середовища (4)  |                               |          |
| 5     | Оформлення креслень                                     |                               |          |
| 6     | Нормоконтроль                                           |                               |          |
| 7     | Оформлення та передача електронного варіанту проекту    |                               |          |
| 8     | Затвердження ДП                                         |                               |          |
| 9     | Рецензування                                            |                               |          |
| 10    | Оформлення анотації                                     |                               |          |

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

### Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів при виконанні дипломної роботи

| Рівень,<br>бали                    | Знання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Уміння                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Високий<br>90-100<br>Відмінно<br>А | Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломну роботу та бездоганно її захистив. Усі частини дипломної роботи містять аналіз та ефективні заходи щодо усунення недоліків базових конструкцій або технологій. Знає сучасні методи розрахунків, використовує ЕОМ для виконання дипломної роботи. Виконав у повному обсязі наукові дослідження за темою роботи.                                                                            | Студент вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення, відстоювати їх та обирати найбільш ефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків користується сучасними методами. При виконанні графічної частини дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів.                                                                                                                       |
| Середній 82-89<br>Дуже добре<br>В  | Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломну роботу та бездоганно її захистив. Усі частини дипломного проекту містять аналіз недоліків базових конструкцій або технологій, але запропоновані не зовсім ефективні заходи щодо їх усунення. Знає сучасні методи розрахунків, використовує ЕОМ для виконання дипломної роботи. У РПЗ припускається незначних опісок та виправлень. Виконав наукові дослідження з незначними недоробками. | Студент вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення, але іноді не завжди впевнено їх відстоює та обирає найбільш ефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків користується сучасними методами. При виконанні графічної частини в основному дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є незначні помилки в оформленні дипломної роботи, які самостійно вміє виправити. |
| Середній<br>74-81<br>Добре<br>С    | Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломну роботу, та захистив її не досить впевнено. Усі частини дипломної роботи містять аналіз недоліків базових конструкцій або технологій, але запропоновані не зовсім ефективні заходи                                                                                                                                                                                                        | Студент вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення, але не завжди впевнено їх відстоює та обирає найбільш ефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків користується сучасними методами. При                                                                                                                                                                                                       |

| Рівень, бали                          | Знання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Уміння                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Середній<br>74-81<br>Добре<br>С       | щодо їх усунення. Знає сучасні методи розрахунків, використовує ЕОМ для виконання дипломної роботи. У РПЗ при виконанні розрахунків припускається незначних описок та виправлень. Виконав наукові дослідження з незначними недоробками.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | виконанні графічної частини не завжди дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є незначні помилки в оформленні дипломної роботи, які самостійно вміє виправити через деякий час.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Достатній<br>64-73<br>Задовільно<br>D | Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломну роботу та захистив її досить невпевнено. Усі частини дипломної роботи містять аналіз недоліків базових конструкцій або технологій, але запропоновані не зовсім ефективні заходи щодо їх усунення. В основному знає сучасні методи розрахунків У РПЗ та при виконанні розрахунків припускається описок та виправлень, які може виправити лише за допомогою викладача. Виконав наукові дослідження за спрощеними планами і незначними недоробками.    | Студент не завжди вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення, невпевнено їх відстоює та обирає неефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків не завжди користується сучасними методами. При виконанні графічної частини не завжди дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є помилки в оформленні дипломної роботи, які самостійно не вміє виправити.         |
| Достатній<br>60-63<br>Задовільно<br>E | Студент несвоєчасно виконав дипломну роботу та захистив її досить невпевнено. Усі частини дипломної роботи містять аналіз недоліків базових конструкцій або технологій, але запропоновані не зовсім ефективні заходи щодо їх усунення. Не знає сучасні методи розрахунків. У РПЗ та при виконанні розрахунків припускається значних описок та виправлень, які може усунути тільки за допомогою викладача. Виконав наукові дослідження за спрощеними планами і незначними помилками, які зміг усунути за допомогою викладача. | Студент не завжди вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення і досить невпевнено їх відстоює та обирає неефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків не користується сучасними методами. При виконанні графічної частини не завжди дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є значні помилки в оформленні дипломної роботи, які самостійно не вміє виправити. |

| Рівень,<br>бали                                                                      | Знання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Уміння                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Початковий<br>35-59<br>Незадовільно з<br>можливістю<br>повторного<br>складання<br>FX | Студент несвочасно виконав дипломну роботу та не захистив її в призначений термін. У РПЗ дипломної роботи відсутні окремі розділи, недосконало виконав аналіз недоліків базових конструкцій або технологій, та запропоновані не зовсім ефективні заходи щодо їх усунення. Не знає сучасні методи розрахунків. У РПЗ та при виконанні розрахунків припускається значних описок та виправлень, які може усунути тільки за допомогою викладача через значний час. | Студент в основному не вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення та їх відстоювати, обирає неефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків не користується сучасними методами. При виконанні графічної частини не дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є значні помилки в оформленні дипломної роботи, які самостійно не вміє виправити і через деякий час |
| Початковий<br>1-34<br>Незадовільно з<br>обов'язковим<br>повторенням<br>курсу<br>F    | Студент несвочасно виконав дипломну роботу та не захистив її в призначений строк, або не виконав її зовсім. У РПЗ дипломної роботи відсутні окремі розділи, недосконало виконав аналіз недоліків базових конструкцій або технологій, та не запропоновані ефективні заходи щодо їх усунення. Не знає сучасні методи розрахунків. У РПЗ та при виконанні розрахунків припускається значних помилок, які не може усунути навіть за допомогою викладача.           | Студент не вміє аналізувати, обґрунтовувати прийняті рішення та їх відстоювати, обирає неефективні схеми розташування обладнання. При виконанні економічних, технологічних, енергетичних розрахунків не користується сучасними методами. При виконанні графічної частини не дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є значні помилки в оформленні дипломної роботи, які не вміє виправити навіть за допомогою викладача.            |

**АНОТАЦІЯ**

Прізвище, ім'я та по батькові \_\_\_\_\_  
Група \_\_\_\_\_  
Тема дипломної роботи \_\_\_\_\_  
Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_  
Об'єм пояснювальної записки (стор.) \_\_\_\_\_  
Перелік креслень \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Консультант з охорони праці \_\_\_\_\_  
Рецензент \_\_\_\_\_

**АННОТАЦИЯ**

Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_  
Группа \_\_\_\_\_  
Тема дипломной работы \_\_\_\_\_  
Руководитель дипломной работы \_\_\_\_\_  
Объем пояснительной записки \_\_\_\_\_  
Перечень чертежей \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Консультант по охране труда \_\_\_\_\_  
Рецензент \_\_\_\_\_

**ABSTRACT**

Full name \_\_\_\_\_  
Group \_\_\_\_\_  
Bachelor thesis subject \_\_\_\_\_  
Supervisor of the bachelor thesis \_\_\_\_\_  
Volume of explanatory note (page) \_\_\_\_\_  
List of draughts \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Labor safety consultant \_\_\_\_\_  
Reviewer \_\_\_\_\_

**Правила кодування конструкторської  
та технологічної документації**

1. Код креслення містить:
- номер групи;
  - порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ (взяти у секретаря ДЕК);
  - вид виконуваного завдання (КЗ, КР, КП, ДРБ, ДП);
  - загальна кількість креслень;
  - порядковий номер креслення.
- Приклад: 4261.03.ДРБ.05.01  
5262зс.03.ДРБ.05.01

2. Код специфікації містить:
- номер креслення, до якого виконується специфікація;
  - найменування документа.
- Приклад: 4261.03.ДРБ.05.01.СП  
5262зс.03.ДРБ.05.01.СП

3. Кодування технологічної документації для обробки різанням.

- 3.1. Код технологічного процесу містить:
- номер групи;
  - код характеристики документа;
  - порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ;
  - порядковий номер процесу.
- Приклад: 4261.02141.03.001,...002 і т. д.  
5262зс.02141.03.001,...002 і т. д.

- 3.2. Код маршрутної карти містить:
- номер групи;
  - код характеристики документа;
  - порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ;
  - порядковий номер карти.
- Приклад: 4261.10141.03.001,...002 і т. д.  
5262зс.10141.03.001,...002 і т. д.

3.3. Код карти ескізів містить:

- номер групи;
- код характеристики документа;
- порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ;
- номер операції.

Приклад: 4261.20141.03.010,...015 і т. д.  
5262зс.20141.03.010,...015 і т. д.

3.4. Код операційної карти містить:

- номер групи;
- код характеристики документа;
- порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ;
- номер операції.

Приклад: 4261.60141.03.010,...015 і т. д.  
5262зс.60141.03.010,...015 і т. д.

3.5. Код відомості операцій технічного контролю містить:

- номер групи;
- код характеристики документа;
- порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ;
- порядковий номер документа.

Приклад: 4261.72102.03.001,...002 і т. д.  
5262зс.72102.03.001,...002 і т. д.

Коди характеристик документів наведені в РД 5.9708-90 табл. 10.

4. Кодування технологічної документації на складання ведеться за наведеним вище принципом, при цьому коди характеристик документів беруться з РД 5.9708-90 табл. 10.

5. У пояснювальній записці код розділу містить:

- номер групи;
- порядковий номер студента у загальному списку тем ДРБ;
- вид виконуваного завдання (КЗ, КР, КП, ДРБ, ДП, ПЗ);
- кількість розділів;
- номер розділу;
- найменування документа.

Приклад: 4261.03.ДРБ.04.01.ПЗ  
5262зс.03.ДРБ.04.01.ПЗ

Згідно РД 5.9708-90 у маршрутній карті технологічного процесу в рядку "позначення документа" проставляється код карти ескізів, операційної карти і номер інструкції з охорони праці:

Приклад: для операції 010:

4261.20141.03.010; 4261.60141.03.010; ИОТ № 10-02

5262зс.20141.03.010; 5262зс.60141.03.010; ИОТ № 10-02

Таблиця Д.1. Коди операцій

| Код                                             | Найменування операції                        |                                                       |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <i>Операції загального призначення – код 01</i> |                                              |                                                       |
| 0108                                            | Слюсарна                                     |                                                       |
| 0125                                            | Промивка                                     |                                                       |
| 0126                                            |                                              | водою                                                 |
| 0127                                            |                                              | розчинниками                                          |
| 0130                                            | Очищення                                     |                                                       |
| 0165                                            | Протирання                                   |                                                       |
| 0170                                            | Сушіння                                      |                                                       |
| 0180                                            | Маркування                                   |                                                       |
| 0181                                            |                                              | ударом                                                |
| 0182                                            |                                              | гравіруванням                                         |
| 0190                                            | Знежирення                                   |                                                       |
| <i>Технічний контроль – код 02, 03</i>          |                                              |                                                       |
| 0200                                            | Контроль                                     |                                                       |
| 0210                                            | Контроль величин простору і часу             |                                                       |
| 0220                                            |                                              | Контроль лінійних розмірів                            |
| 0260                                            |                                              | Комплексний контроль геометричних параметрів          |
| 0375                                            | Контроль якісних характеристик (неруйнуючий) |                                                       |
| 0387                                            |                                              | Контроль зовнішнього вигляду виробів нанесенням клейм |
| <i>Випробування – код 06</i>                    |                                              |                                                       |
| 0620                                            | Випробування механічні                       |                                                       |
| <i>Складання – код 88</i>                       |                                              |                                                       |
| 8800                                            | Складання                                    |                                                       |
| 8862                                            | Складально-підготовча                        |                                                       |
| 8863                                            | Складально-монтажна                          |                                                       |
| 8864                                            | Слюсарно-складальна                          |                                                       |
| <i>Обробка різанням - код 41</i>                |                                              |                                                       |
| 4100                                            | Обробка різанням                             |                                                       |
| 4101                                            | Агрегатна                                    |                                                       |
| 4102                                            | Автоматно-лінійна                            |                                                       |
| 4105                                            | Різьбонарізна                                |                                                       |
| 4107                                            |                                              | Гайконарізна                                          |
| 4108                                            |                                              | Болтонарізна                                          |
| 4110                                            | Токарна                                      |                                                       |
| 4111                                            |                                              | Токарно-револьверна                                   |
| 4112                                            |                                              | Автоматна токарна                                     |
| 4113                                            |                                              | Токарно-карусельна                                    |

*Продовж. табл. Д.1*

| Код  | Найменування операції      |
|------|----------------------------|
| 4114 | Токарно-гвинторізна        |
| 4115 | Лоботокарна                |
| 4116 | Токарно-затилувальна       |
| 4117 | Токарно-копіювальна        |
| 4118 | Спеціальна токарна         |
| 4119 | Торцепідрізна центрувальна |
| 4121 | Вальцетокарна              |
| 4122 | Різьботокарна              |
| 4123 | Токарно-безцентрувальна    |
| 4130 | Шліфувальна                |
| 4131 | Круглошліфувальна          |
| 4132 | Внутрішньошліфувальна      |
| 4133 | Плоскошліфувальна          |
| 4134 | Безцентрово-шліфувальна    |
| 4135 | Різьбошліфувальна          |
| 4136 | Координатно-шліфувальна    |
| 4137 | Обдирно-шліфувальна        |
| 4138 | Стрічково-шліфувальна      |
| 4139 | Шліфувально-затилувальна   |
| 4141 | Шліцешліфувальна           |
| 4142 | Заточувальна               |
| 4143 | Центрошліфувальна          |
| 4144 | Карусельно-шліфувальна     |
| 4145 | Торцешліфувальна           |
| 4146 | Спеціальна шліфувальна     |
| 4147 | Вальцешліфувальна          |
| 4150 | Зубообробна                |
| 4151 | Зубошліфувальна            |
| 4152 | Зубодовбальна              |
| 4153 | Зубофрезерна               |
| 4154 | Зубостругальна             |
| 4155 | Зубопротягувальна          |
| 4156 | Зубозакруглювальна         |
| 4157 | Зубошевінгувальна          |
| 4158 | Зубопритиральна            |
| 4159 | Зубоприпрацьовувальна      |
| 4161 | Зубообкатна                |
| 4162 | Спеціальна зубообробна     |
| 4163 | Зубохонінгувальна          |
| 4164 | Зуботокарна                |
| 4165 | Шліцефрезерна              |
| 4166 | Шліцестругальна            |

*Продовж. табл. Д.1*

| Код                              | Найменування операції                      |
|----------------------------------|--------------------------------------------|
| 4167                             | Комбінована                                |
| 4170                             | Стругальна                                 |
| 4171                             | Поздовжньо-стругальна                      |
| 4172                             | Поперечно-стругальна                       |
| 4173                             | Спеціальна стругальна                      |
| 4175                             | Довбальна                                  |
| 4180                             | Протягувальна                              |
| 4181                             | Горизонтально-протягувальна                |
| 4182                             | Вертикально-протягувальна                  |
| 4183                             | Спеціальна протягувальна                   |
| 4190                             | Фінішна                                    |
| 4192                             | Хонінгувальна                              |
| 4193                             | Суперфінішна                               |
| 4194                             | Довідна                                    |
| 4195                             | Притиральна                                |
| 4196                             | Полірувальна                               |
| 4197                             | Глянсувальна                               |
| <b>Обробка різанням - код 42</b> |                                            |
| 4210                             | Свердлувальна                              |
| 4211                             | Свердлувально-центрувальна                 |
| 4212                             | Радіально-свердлувальна                    |
| 4213                             | Горизонтально-свердлувальна                |
| 4214                             | Вертикально-свердлувальна                  |
| 4216                             | Координатно-свердлувальна                  |
| 4220                             | Розточувальна                              |
| 4221                             | Горизонтально-розточувальна                |
| 4222                             | Вертикально-розточувальна                  |
| 4223                             | Координатно-розточувальна                  |
| 4224                             | Алмазно-розточувальна                      |
| 4230                             | Програмна                                  |
| 4231                             | Розточувальна ЧПУ                          |
| 4232                             | Свердлувальна ЧПУ                          |
| 4233                             | Токарна ЧПУ                                |
| 4234                             | Фрезерна ЧПУ                               |
| 4236                             | Шліфувальна ЧПУ                            |
| 4237                             | Комплексна на оброблювальних центрах з ЧПУ |
| 4260                             | Фрезерна                                   |
| 4261                             | Вертикально-фрезерна                       |
| 4262                             | Горизонтально-фрезерна                     |
| 4263                             | Поздовжньо-фрезерна                        |
| 4264                             | Карусельно-фрезерна                        |

*Продовж. табл. Д.1*

| Код  | Найменування операції                   |
|------|-----------------------------------------|
| 4265 | Барабанно-фрезерна                      |
| 4267 | Копіювально-фрезерна                    |
| 4268 | Фрезерна для Гравіювання                |
| 4269 | Що фрезерно-центрус                     |
| 4271 | Фрезерна для Шпони                      |
| 4272 | Спеціальна фрезерна                     |
| 4273 | Універсально-фрезерна                   |
| 4274 | Різьбофрезерна                          |
| 4280 | Відрізна                                |
| 4281 | Ножівково-відрізна                      |
| 4282 | Стрічково (дротяно)-відрізна            |
| 4283 | Алмазно-відрізна                        |
| 4284 | Токарно-відрізна                        |
| 4285 | Пиловідрізна                            |
| 4286 | Фрезерно-відрізна                       |
| 4287 | Абразивно-відрізна                      |
|      | <i><b>Термічна обробка – код 50</b></i> |
| 5000 | Термічна обробка                        |
| 5010 | Відпал                                  |
| 5030 | Гартування                              |
| 5050 | Відпуск                                 |
| 5060 | Старіння                                |

**Примітка:** якщо операція виконується на верстатах з ЧПУ, то до коду операції додається відповідний код операції з ПУ.

Таблиця Е.1. Класифікатор професій робочих

| Код   | Найменування професій робочих                                         | Діапазон тарифних розрядів |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 10021 | Автоматник                                                            | 2 - 4                      |
| 11629 | Гальванік                                                             | 1 - 5                      |
| 11883 | Довбальник                                                            | 3 - 4                      |
| 12242 | Заточувальник                                                         | 2 - 5                      |
| 12273 | Зуборізальник                                                         | 2 - 6                      |
| 12277 | Зубошліфувальник                                                      | 2 - 6                      |
| 12991 | Комплектувальник                                                      | 1 - 3                      |
| 13063 | Контролер матеріалів, металів, напівфабрикатів і виробів              | 2 - 6                      |
| 13450 | Маляр                                                                 | 1 - 6                      |
| 13891 | Машиніст мийних машина                                                | 1 - 4                      |
| 15474 | Оператор автоматичних і напівавтоматичних ліній верстатів і установок | 2 - 4                      |
| 16045 | Оператор верстатів з програмним управлінням                           | 2 - 5                      |
| 16456 | Паяльщик                                                              | 1 - 5                      |
| 16799 | Полірувальник                                                         | 2 - 5                      |
| 16970 | Пресувальник                                                          | 1 - 4                      |
| 17485 | Протягувальник                                                        | 2 - 4                      |
| 17636 | Розмітник                                                             | 2 - 6                      |
| 17914 | Різальник металу на ножицях і пресах                                  | 1 - 4                      |
| 17928 | Різальник на пилах, ножівках і верстатах                              | 1 - 3                      |
| 17985 | Зубофрезерувальник                                                    | 2 - 4                      |
| 17986 | Різбошліфувальник                                                     | 2 - 6                      |
| 18116 | Складальник                                                           | 2 - 4                      |
| 18335 | Свердлувальник                                                        | 2 - 5                      |
| 18452 | Слюсар-інструментальник                                               | 2 - 8                      |
| 18454 | Слюсар-випробувач                                                     | 2 - 6                      |
| 18466 | Слюсар механоскладальних робіт                                        | 2 - 6                      |
| 18805 | Верстатник спеціальних металообробних верстатів                       | 2 - 6                      |
| 18809 | Верстатник широкого профілю                                           | 2 - 8                      |
| 18891 | Стругальник                                                           | 2 - 6                      |
| 19100 | Терміст                                                               | 2 - 6                      |
| 19114 | Терміст на установках ТВЧ                                             | 2 - 5                      |
| 19149 | Токар                                                                 | 2 - 6                      |
| 19151 | Токар-затилувальник                                                   | 2 - 5                      |
| 19153 | Токар-карусельник                                                     | 2 - 6                      |
| 19158 | Токар-напівавтоматник                                                 | 2 - 5                      |
| 19163 | Токар-розточувальник                                                  | 2 - 6                      |
| 19165 | Токар-револьверник                                                    | 2 - 4                      |

Продовж. табл. Е.1

| Код   | Найменування професій робочих | Діапазон тарифних розрядів |
|-------|-------------------------------|----------------------------|
| 19182 | Травильник                    | 1 - 5                      |
| 19479 | Фрезерувальник                | 2 - 6                      |
| 19606 | Шевінгувальник                | 2 - 5                      |
| 19630 | Шліфувальник                  | 2 - 6                      |

Таблиця Е.2. **Форми і системи оплати праці**

| Код позиції | Найменування позиції             |
|-------------|----------------------------------|
| 10          | Відрядна форма оплати праці      |
| 11          | Система оплати праці пряма       |
| 12          | Система оплати праці преміальна  |
| 13          | Система оплати праці прогресивна |
| 20          | Почасова форма оплати праці      |
| 21          | Система оплати праці проста      |
| 22          | Система оплати праці преміальна  |

Таблиця Е.3. **Умови праці**

| Код позиції | Найменування позиції                |
|-------------|-------------------------------------|
| 1           | Нормальні                           |
| 2           | Важкі і шкідливі                    |
| 3           | Особливо важкі та особливо шкідливі |

Таблиця Е.4. **Ступінь механізації праці**

| Код позиції | Найменування позиції                                                                      |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | Робочі, що виконують роботу на автоматах, автоматизованих агрегатах, установках, апаратах |
| 2           | Робочі, що виконують роботу за допомогою машин і механізмів                               |
| 3           | Робочі, що виконують роботу вручну при машинах і механізмах                               |
| 4           | Робочі, що виконують роботу не при машинах і механізмах                                   |
| 5           | Робочі, що виконують роботу вручну по наладці і ремонту машин і механізмів                |

**ГОСТ 2.309-73**

Группа Т52

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

Единая система конструкторской документации

**ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Designations system for design documentation. Designations of surface finish

МКС 01.080.30

ИЗДАНИЕ (август 2007 г.) с Изменениями N 1, 2, 3, утвержденными в июне 1980 г., августе 1984 г., декабре 2002 г. (ИУС 11-80, 12-84, 3-2003).

Настоящий стандарт устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности.

Стандарт полностью соответствует стандарту ИСО 1302.

**1. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

1.1. Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

1.2. Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на черт.1. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

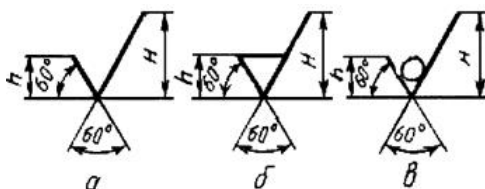


Черт. 1

1.3. В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на черт. 2.

Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна  $(1,5 \dots 5) h$ .

Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже.



Черт. 2

В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак ✓ (черт. 2а). В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак ✓ (черт. 2б).

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак ✓ (черт. 2в) с указанием значения параметра шероховатости.

1.2, 1.3. (Измененная редакция, Изм. N 2, 3).

1.4. Поверхности детали, изготовляемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком ✓ без указания параметра шероховатости.

Состояние поверхности, обозначенной знаком ✓, должно соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом, причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104-2006. (Измененная редакция, Изм. N 2).

1.5. Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например:  $Ra\ 0,4$ ;  $Rmax\ 6,3$ ;  $Sm\ 0,63$ ;  $t_{s0}\ 70$ ;  $S\ 0,032$ ;  $Rz\ 50$ .

Примечание. В примере  $t_{s0}\ 70$  указана относительная опорная длина профиля  $t_p = 70\%$  при уровне сечения профиля  $p = 50\%$ .

1.5а. При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:  $\sqrt{Ra\ 0,4}$  ;  $\sqrt{Rz\ 50}$  .

1.5б. При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать "min", например:

$$\sqrt{Ra\ 3,2min}$$
 ;  $\sqrt{Rz\ 50min}$  .

1.6. При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

$$Ra\begin{matrix} 0,8 \\ 0,4 \end{matrix} \quad Rz\begin{matrix} 0,10 \\ 0,05 \end{matrix} \quad R_{max}\begin{matrix} 0,80 \\ 0,32 \end{matrix} \quad t_{50}\begin{matrix} 70 \\ 50 \end{matrix} \text{ и т.п.}$$

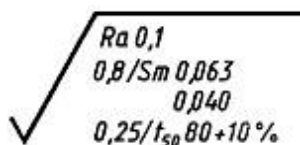
В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости.

1.7. При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2789-73, например:

$$Ra\ 1 + 20\% \text{ , } Rz\ 100_{-10\%} \text{ , } Sm\ 0,63^{+20\%} \text{ , } t_{50}\ 70 \pm 40\% \text{ и т.п.}$$

1.5-1.7. (Измененная редакция, Изм. N 2, 3).

1.8. При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке (см. черт.3):



параметр высоты неровностей профиля

параметр шага неровностей профиля

относительная опорная длина профиля

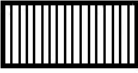
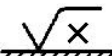
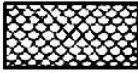
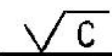
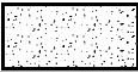
Черт. 3

(Измененная редакция, Изм. N 3).

1.9. При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $R_{max}$  базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует указанной в приложении 1 ГОСТ 2789-73 для выбранного значения параметра шероховатости.

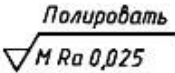
(Измененная редакция, Изм. N 2).

1.10. Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в таблице. Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при необходимости.

| Типы направления неровностей                                                      | Обозначение                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Высота знака условного обозначения направления неровностей должна быть приблизительно равна *h*. Толщина линий знака должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии.

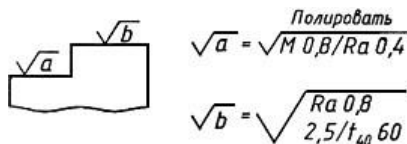
1.11. Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности (черт. 4).



Черт. 4

1.10, 1.11. (Измененная редакция, Изм. N 3).

1.12. Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа по примеру, указанному на черт. 5.

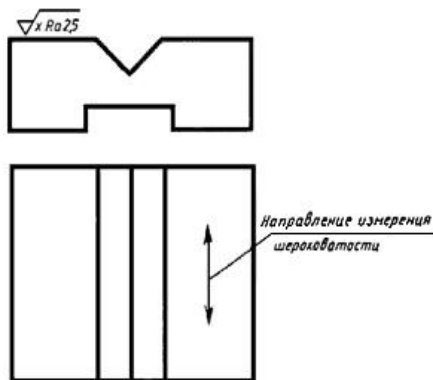


Черт. 5

В упрощенном обозначении используют знак  $\sqrt{\quad}$  и строчные буквы русского алфавита в алфавитном порядке, без повторений и, как правило, без пропусков.

(Измененная редакция, Изм. N 2, 3).

1.13. Если направление измерения шероховатости должно отличаться от предусмотренного ГОСТ 2789-73, его указывают на чертеже по примеру, приведенному на черт. 6.



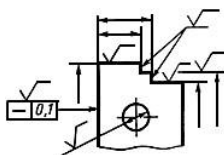
Черт. 6

(Измененная редакция, Изм. N 3).

## 2. ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

2.1. Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (черт. 7).



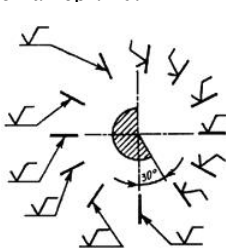
Черт. 7

(Измененная редакция, Изм. N 3)

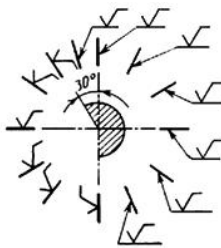
2.2. На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер.

2.3. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на черт. 8 и 9.

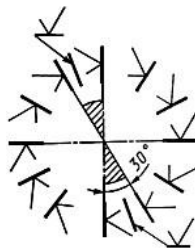
2.4. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на черт. 10.



Черт. 8



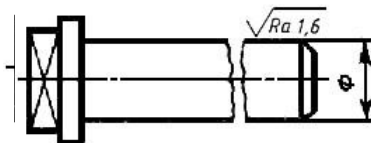
Черт. 9



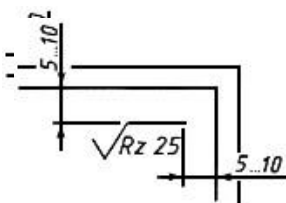
Черт. 10

2.5. При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (черт. 11).

2.6. При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (черт. 12).



Черт. 11



Черт. 12

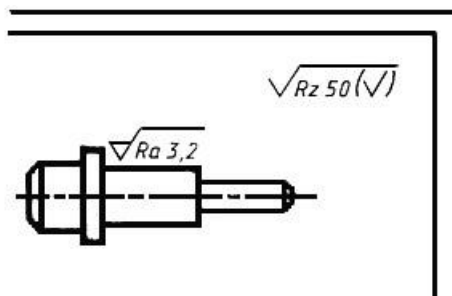
Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

**Примечание.** При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии-выноски.

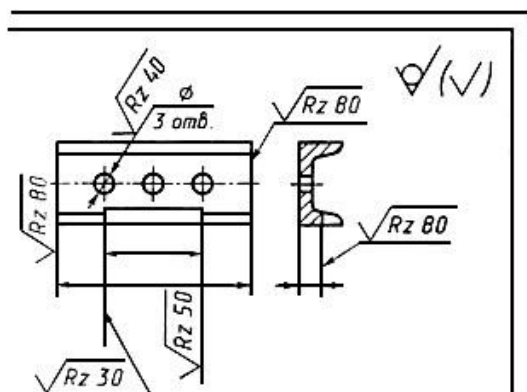
2.7. Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (черт. 13, 14) вместе с условным обозначением (✓). Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак ✓, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением (✓).

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

**Примечание.** Не допускается обозначение шероховатости или знак ✓ выносить в правый верхний угол чертежа при наличии в изделии поверхностей, шероховатость которых не нормируется.



Черт. 13



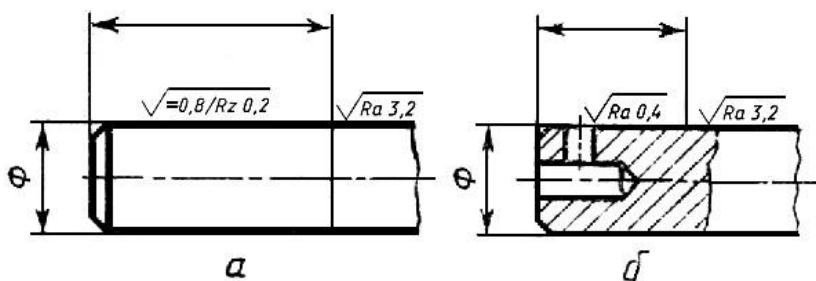
Черт. 14

2.4-2.7. (Измененная редакция, Изм. N 2, 3).

2.8. Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т.п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений.

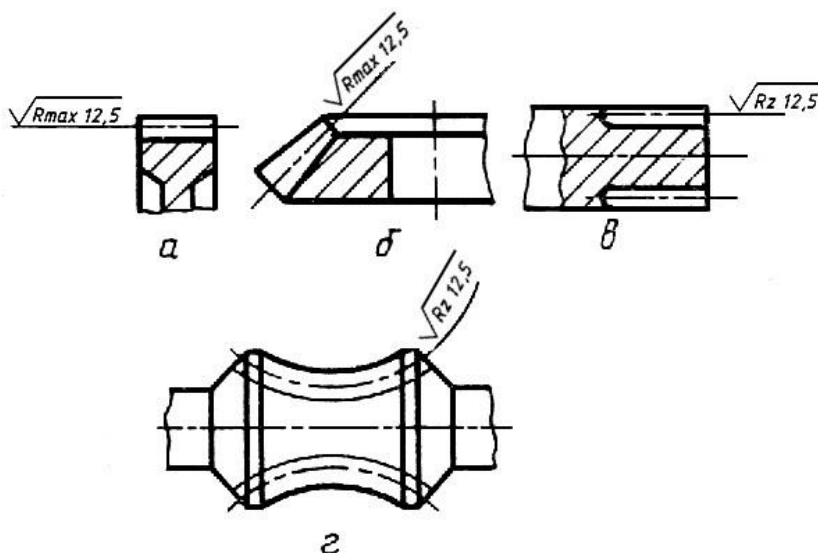
Обозначения шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

2.9. Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (черт. 15 а). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят (черт. 15 б).



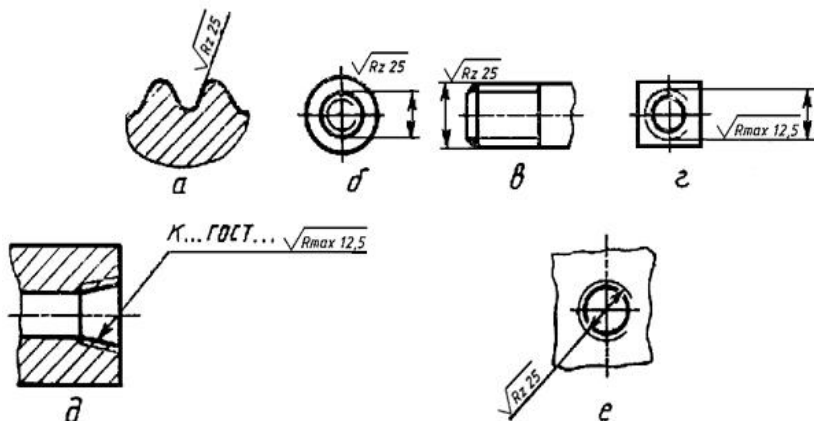
Черт.15

2.10. Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, рэвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (черт. 16 а, б, в), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес - на линии расчетной окружности (черт. 16 г).



Черт. 16

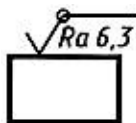
2.11. Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (черт. 17 а) или условно на выносной линии для указания размера резьбы (черт. 17 б, в, г, д), на размерной линии или на ее продолжении (черт. 17 е).



Черт. 17

2.9-2.11. (Измененная редакция, Изм. N 2, 3).

2.12. Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с черт. 18. Диаметр вспомогательного знака - 4...5 мм.

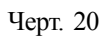


Черт. 18

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  не приводят (черт. 19).



2.13. Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например: "шероховатость поверхности  $A - \sqrt{Ra\ 1,6}$ ". При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрихпунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8...1 мм от линии контура (черт. 20).



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова  
Машинобудівний навчально-науковий інститут  
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор М.Р. Ткач

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р.

## **Пояснювальна записка** до дипломної роботи бакалавра

на тему \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Студент групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2016

Ф о р м а  
т и т у л ь н и х  
а р к у ш і в  
р о з д і л і в

№ студента  
у загальному  
списку

кількість  
розділів ПЗ

№ розділу

№ групи

4261.12.ДРБ.04.01.ПЗ

|             |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
|-------------|-------|-------------|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|---------|--|--|--|-----|--|--|
|             |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| Зм.         | Арк.  | № документа | Підпис | Дат |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| Студент     |       |             |        |     | Найменування розділу                                                                                                                    |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| Керівник    |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| Консультант |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| Н. - контр. |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| Затвердив   |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
|             |       |             |        |     | <table><tr><td>Літ</td><td>Аркуш</td><td>Аркушіє</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="3">НУК</td></tr></table> | Літ | Аркуш | Аркушіє |  |  |  | НУК |  |  |
| Літ         | Аркуш | Аркушіє     |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
|             |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |
| НУК         |       |             |        |     |                                                                                                                                         |     |       |         |  |  |  |     |  |  |

Ф о р м а

т е к с т о в и х

д о к у м е н т і в

№ студента  
у загальному  
списку

кількість  
розділів

№ розділу

№ групи

4261.12.ДРБ.04.01.ПЗ

|     |       |             |        |      |  |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|--|-------|
|     |       |             |        |      |  | Аркуш |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |  |       |

## Додаток Л

[illegible]

| Инв. №<br>полл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Подп. и дата | Взам. инв № | Инв.№ дубл. | Подп. и дата |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| <p>Національний університет кораблебудування<br/>імені адмірала Макарова<br/>Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування<br/>«ЗАТВЕРДЖУЮ»</p> <p>Завідувач кафедри _____ (Ткач М.Р.)<br/>«____» _____ 2016 р.</p> <p>-----</p> <p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ</b><br/>на технологічний процес</p> <p>-----</p> <p>Студент групи 426 _____ ( _____ )<br/>«____» _____ 2016 р.</p> <p>Н.- контроль _____ ( _____ )<br/>«____» _____ 2016 р.</p> <p>Керівник _____ ( _____ )<br/>«____» _____ 2016 р.</p> |              |             |             |              |

Рис. М.1. Титульний лист технологічного процесу

Продовж. дод. М

[illegible]

Рис. М.2. Маршрутна карта (ГОСТ 3.1118 - 82) - форма 1а. Зразок заповнення

Рис. М 3. Маршрутна карта (ГОСТ 3.1118-82) – Форма 1б. Зразок заповнення

[illegible]

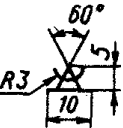
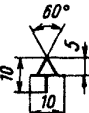
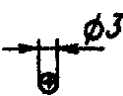
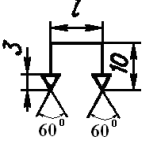
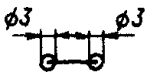
Рис. М.4. Карта есків (ГОСТ 3.1105-84) - Форма - 7. Зразок заповнення

Рис. М.5. Операційна карта (ГОСТ 3.1404-86) - Форма 3. Зразок заповнення

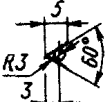
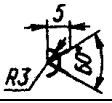
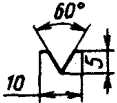
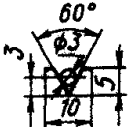
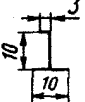
Рис. М.5. Операційна карта (ГОСТ 3.1404-86) - Форма 3. Зразок заповнення



**Таблиця Н.1. Графічні позначення опор, затискачів та установочних пристроїв**

| Найменування | Позначення на видах                                                                 |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|              | спереду,<br>ззаду                                                                   | зверху                                                                              | знизу                                                                               |
| Опори        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Нерухома     |    |    |    |
| Рухома       |    |    |    |
| Плаваюча     |    |    |    |
| Регульована  |   |   |   |
| Затискачі    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Одиночний    |  |  |  |
| Подвійний    |  |  |  |

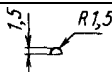
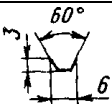
Продовж. табл. Н.1

| Найменування        | Позначення на видах                                                                 |                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | спереду, ззаду, зверху, знизу                                                       | зліва справа                                                                        |
| Центр               |                                                                                     |                                                                                     |
| Нерухомий           |    | Без позначення                                                                      |
| Обертювий           |    | Без позначення                                                                      |
| Плаваючий           |    | Без позначення                                                                      |
| Оправка             |                                                                                     |                                                                                     |
| Циліндрова          |    |    |
| Кулькова (роликюва) |    |    |
| Патрон              |                                                                                     |                                                                                     |
| Повідковий          |  |  |

**Примітки.** Допускається рухому плаваючю і регульовану опори на видах зверху і знизу позначати як нерухому опору. Установочно-затискні пристрої слід позначати як поєднання позначень установочних пристроїв затискачів. Цангові оправки (патрони) варто позначати . Для подвійних затискачів довжина плеча встановлюється розробником залежно від відстані між точками прикладення сил. Допускається спрощене

позначення. Позначення опор та установочних пристроїв, окрім центрів, допускається наносити на виносних лініях відповідних поверхонь.

**Таблиця Н.2. Позначення робочої поверхні опор, затискачів та установочних пристроїв**

| Найменування           | Позначення на видах                                                                 |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Плоска                 |    |
| Сферична               |    |
| Циліндрична (кулькова) |    |
| Призматична            |    |
| Конічна                |    |
| Ромбічна               |   |
| Тригранна              |  |

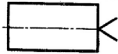
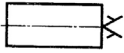
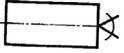
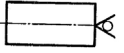
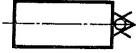
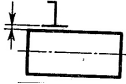
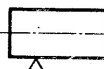
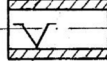
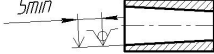
**Примітки. 1.** Позначення форм робочих поверхонь наносять зліва від позначення опори, затискача та установочного пристрою. **2.** Рельєф робо-

чих поверхонь (рифлена, різьбова, шліцьова і т. д.) позначають:

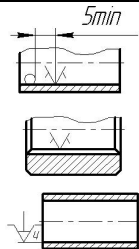
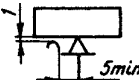
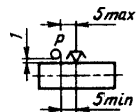
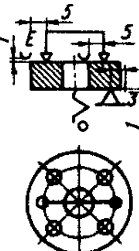
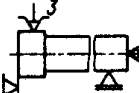


**3.** Інші форми робочої поверхні слід указувати відповідно до вимог, установлених галузевими нормативно-технічними документами (НТД).

**Таблиця Н.3. Позначення опор, затискачів та установочних пристроїв на схемах установки**

| Найменування                                                                                                                                   | Позначення                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Центр:</p> <p>Нерухомий (гладкий)</p> <p>рифлений</p> <p>плаваючий</p> <p>обертовий</p> <p>зворотний обертовий<br/>з рифленою поверхнею</p> |      |
| <p>Патрон повідковий</p>                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Люнет:</p> <p>рухомий</p> <p>нерухомий</p>                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Оправка:</p> <p>циліндрична</p> <p>конічна, роликів</p>                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                     |

Продовж. табл. Н.3

| Найменування                                                                                                                                                               | Позначення                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Оправка:</p> <p>Різьбова,циліндрична із зовнішньою різьбою</p> <p>шліцьова</p> <p>цангова</p>                                                                           |    |
| <p>Опора регульована зі сферичною опуклою робочою поверхнею</p>                                                                                                            |    |
| <p>Затискач пневматичний з циліндричною рифленою робочою поверхнею</p>                                                                                                     |    |
| Приклади схем установок виробів                                                                                                                                            |                                                                                     |
| <p>У лещатах з призматичними губками і пневматичним затискачем</p>                                                                                                         |    |
| <p>У кондукторі з центруванням на циліндричний палець, з упором на три нерухомі опори та із застосуванням пристрою подвійного затиску, що має сферичні робочі поверхні</p> |   |
| <p>У трикулачковому патроні з механічним пристроєм затиску, з упором у торець, з підтиском обертовим центром, і з кріпленням у рухомому люнеті</p>                         |  |
| <p>На конічній оправці з гідропластовим пристроєм затиску, з упором у торець на рифлену поверхню та з підтиском обертовим центром</p>                                      |  |

**Примітки.** 1. Пристрої затиску позначають: пневматичний - Р; гідравлічний - Н; електричний - Е; магнітний - М; електромагнітний - ЕМ; інші - без позначень. 2. Позначення видів пристроїв затиску наносять зліва від позначення затискача. 3. Для гідропластових оправок допускається позначення



. 4. Число точок прикладення сили записують праворуч від позначення затискача. 5. На схемах, що мають декілька проекцій, допускається на окремих проекціях не вказувати позначення опор, затискачів і т.д. 6. Дopusкається кілька однойменних опор позначати їх кількістю праворуч. 7. Дopusкаються відхилення від розмірів графічних позначень, зазначених у таблиці.