

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БАКАЛАВРІВ

**Методичні вказівки
для студентів спеціальності «Прикладна механіка»
спеціалізації «Технології машинобудування»**

Затверджено
на засіданні методичної ради ДДМА
Протокол № від .2018

Краматорськ
ДДМА
2018

Дипломне проектування бакалаврів : методичні вказівки для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» / уклад.: С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, В. С. Медведєв, Ю. Б. Борисенко, В. І. Тулупов. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 56 с.

Розглянуто основні відомості, необхідні для виконання дипломного проекту бакалаврів. Освітлено тематику, обсяг і зміст дипломного проекту, наведений порядок виконання його розділів і захисту.

Укладачі:

С. В. Ковалевський, проф.;
С. Г. Онищук, доц.;
В. С. Медведєв, ст. викл.;
Ю. Б. Борисенко, ст. викл.;
В. І. Тулупов, доц.

Відп. за випуск

С. В. Ковалевський, зав.каф.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 ОРГАНІЗАЦІЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	5
1.1 Мета і завдання дипломного проектування	5
1.2 Тематика дипломного проектування	6
1.3 Визначення тем дипломних проектів	6
1.4 Завдання на дипломне проектування	6
1.5 Керівництво дипломним проектуванням	7
1.6 Організація і порядок захисту дипломного проекту	8
1.6.1 Організація роботи Державної екзаменаційної комісії	8
1.6.2 Організація захисту дипломних проектів	8
1.6.3 Рецензування дипломних проектів	9
1.6.4 Підготовка до захисту та захист дипломних проектів	10
2 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	11
2.1 Початкові дані для дипломного проектування	11
2.2 Об'єм і структура дипломного проекту	11
2.3 Оформлення дипломного проекту	12
3 ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	12
3.1 Вступ	12
3.2 Технологічна частина	13
3.2.1 Службове призначення, технічна характеристика виробу	13
3.2.2 Визначення річної програми та типу виробництва	13
3.3 Технологічний процес складання виробу	15
3.3.1 Організаційна форма складання	15
3.3.2 Визначення методу досягнення точності замикаючої ланки при складанні	15
3.3.3 Розробка схеми складання і технологічного процесу	16
3.4 Службове призначення, технічна характеристика деталі-представника	17
3.5 Відпрацювання конструкції деталі на технологічність	17
3.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі-представника	19
3.7 Визначення способу отримання заготовки, визначення припусків	19
3.8 Розмірний аналіз та аналіз схем базування	20
3.9 Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі	21
3.10 Визначення припусків на механічну обробку деталі та виконання креслення заготовки	22
3.11 Розробка операцій механічної обробки деталі	23
3.11.1 Визначення структури операції; вибір та обґрунтування вибору обладнання, технологічного оснащення	23
3.11.2 Визначення режимів різання та нормування операцій	24
3.11.3 Розробка карт налагодження на операції механічної обробки	26
3.12 Визначення технологічної собівартості механічної обробки ..	27

3.13 Розробка технологічної документації	28
4 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	29
4.1 Проектування верстатного пристосування	29
4.2 Проектування контрольних пристосувань	32
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	33
6 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ (ДІЛЬНИЦІ, ЦЕХУ)	34
6.1 Загальні положення	34
6.2 Проект реконструкції діючої механічної або механоскладальної виробничої системи	34
6.3 Компонуально-планувальні рішення системи, що реконструюється	36
7 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	37
8 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	37
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38
Додаток А. Бланк завдання на дипломний проект бакалавра	42
Додаток Б. Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів при виконанні дипломного проекту	44
Додаток В. Визначення коефіцієнта закріплення операцій K_{zo}	48
Додаток Г. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі	48
Додаток Д. Таблиця розрахунку припусків	48
Додаток Е. Технологічне проектування цеху (дільниці)	49
Додаток Ж. Зразок заповнення технологічної документації	50

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 дипломним проектом 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.

Обов'язковою є перевірка дипломного проекту на плагіат.

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

1 ОРГАНІЗАЦІЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Мета і завдання дипломного проектування

Мета дипломного проекту 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 ступінь професійної підготовки студента до самостійної роботи в умовах сучасного виробництва, визначається ступінь соціальної і психологічної підготовки до керування трудовим колективом.

Випускник ДДМА 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 засобів обчислювальної техніки.

Порядок захисту дипломних проектів визначається «Положенням про екзаменаційну комісію в ДДМА».

1.2 Тематика дипломного проектування

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

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

Випускова кафедра щорічно розробляє оновлений перелік тем дипломних проектів. Цей перелік розглядається та затверджується радою спеціальності, після чого затверджена тематика вивішується на дошці оголошень кафедри і доводиться до відома студентів.

Дипломний проект бакалавра складається з розрахунково-пояснювальної записки (РПЗ) і графічних матеріалів. Обсяг РПЗ, як правило, становить 50–75 сторінок рукописного (машинописного) тексту. Графічна частина повинна містити п'ять – сім листів формату А1.

Склад і структура дипломного проекту, а також графічної частини визначається даними методичними вказівками та консультантом дипломного проекту.

1.3 Визначення тем дипломних проектів

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

Закріплення за студентом теми дипломного проекту проводиться за його власною письмовою заявою і оформляється наказом ректора ДДМА.

1.4 Завдання на дипломне проектування

Завдання на розробку теми дипломного проекту оформлюється на бланках установленної форми (додаток 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 дипломного проекту видається студентові. Оформлений бланк

завдання на дипломне проектування додається до завершеного дипломного проекту та разом з проектом, підписаним відповідно з вимогами «Положення про екзаменаційну комісію в ДДМА» подається до Державної екзаменаційної комісії (ДЕК).

1.5 Керівництво дипломним проектуванням

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

Основні обов'язки керівника дипломного проекту:

- 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 по підбору вітчизняної та закордонної вихідної інформації по темі дипломного проекту;
- 4) проведення систематичних (за розкладом кафедри) консультацій по спеціальних розділах проекту, контроль ведення робочого зошита дипломного проектування;
- 5) перевірка якості виконання дипломного проекту з відображенням результатів в робочому зошиті дипломного проектування на кожній консультації;
- 6) написання відзиву на закінчений дипломний проект.

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

Консультанти надають студенту допомогу в розробці окремих розділів дипломного проекту, підписують завдання, титульний аркуш РПЗ та відповідні графічні матеріали. Зустрічі студента з консультантами відбуваються відповідно розкладу випускової або суміжних кафедр академії.

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

Кожний студент двічі по закінченні 40–50 % і 70–80 % часу, відведеного на дипломне проектування (як правило, до 15 квітня і 15 травня) звітує перед керівником проекту і завідувачем кафедри про ступінь готовності проекту. На основі звіту керівник проекту і завідувач кафедри визначають відсоток виконання дипломного проекту на момент звіту та повідомляють декана відповідного факультету.

Завідувач кафедри та декан відповідного факультету зобов'язані регулярно наглядати 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 дипломного проекту

1.6.1 Організація роботи Державної екзаменаційної комісії

Для захисту дипломних проектів 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 відповідної спеціальності та про видачу диплома (з відзнакою або без відзнаки); розробка пропозицій, спрямованих на покращення якості підготовки бакалаврів в ДДМА.

До захисту дипломних проектів в ДЕКу допускаються студенти, що виконали усі вимоги навчального плану та програм усіх дисциплін. Списки цих студентів подає до ДЕКу декан факультету. Крім того, на кожного студента подаються наступні документи: 1) подання голові ДЕК; 2) індивідуальна картка студента з виставленими оцінками по всіх дисциплінах, курсових проектах та роботах, усіх видах практик, а також указується середній бал (рейтинг); 3) відзив керівника дипломного проекту; 4) рецензія на дипломний проект.

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

1.6.2 Організація захисту дипломних проектів

Захист дипломних проектів в ДЕК звичайно починається за два–три тижня до завершення терміну дипломного проектування, передбаченого навчальним планом. Розклад роботи ДЕК та графік захисту дипломних

проектів 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 проектів; в) кількість засідань комісії протягом одного тижня не повинно бути більше п'яти.

Графік захисту дипломних проектів в ДЕКу, затверджений першим проректором ДДМА, доводиться до відома студентів не пізніше, ніж за місяць до початку захисту дипломних проектів. Список студентів, що захищаються по днях роботи ДЕК, складається після проведення другого огляду дипломного проектування, який проводить завідувач кафедри (як правило 15 травня), з урахуванням степені готовності дипломних проектів.

На підставі графіка захистів дипломних проектів складається розклад проведення нормоконтролю та розподіл студентів-дипломників на нормоконтроль. Не пізніше, ніж за 7–10 днів до захисту дипломного проекту студент подає усі графічні матеріали та РПЗ дипломного проекту на нормоконтроль, який проводять найбільш кваліфіковані викладачі випускової кафедри. Нормоконтролер перевіряє підписані керівником та консультантами матеріали дипломного проекту на дотримання стандартів ЄСКД, ЄСТПВ, ЄСТД, ДСТУ і ін. На огляд завідувачу кафедри подаються повністю оформлений дипломний проект, підписаний керівником проекту, всіма консультантами та нормоконтролером. Обов'язковим також є наявність відзиву керівника дипломного проекту.

Дипломний проект повинен бути перевірений на плагіат відповідно до діючого в ДДМА «Положення».

1.6.3 Рецензування дипломних проектів

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

Склад рецензентів дипломних проектів визначається випусковою кафедрою та за поданням завідувача кафедри затверджується наказом ректора академії. Як рецензенти залучаються висококваліфіковані спеціалісти підприємств і організацій, а також професори та викладачі інших ВНЗ або ДДМА, якщо вони не працюють на випусковій кафедрі.

Дипломний проект направляється на рецензію після огляду та допуску проекту до захисту завідувачем випускової кафедри не пізніше ніж за три – п'ять днів до захисту проекту.

Рецензент вивчає зміст РПЗ і графічних матеріалів дипломного проекту, проводить бесіду зі студентом з метою з'ясування обґрунтованості прийнятих в проекті рішень. На основі цього рецензент в письмовій формі (звичайно на спеціальних бланках) складає рецензію, в якій відображує наступні основні питання: відповідність змісту та обсягу проекту завданню на дипломне проектування; актуальність теми дипломного проекту; оригінальні самостійні технічні, наукові,

організаційні, економічні та інші розробки, запропоновані в проекті; технічна та загальна грамотність дипломного проекту і ретельність її оформлення; відповідність графічного матеріалу та РПЗ вимогам діючих стандартів і інших керівних та нормативних документів; практична і наукова цінність прийнятих в проекті рішень та розробок; рекомендації та пропозиції рецензента ДЕКу, ДДМА, випусковій кафедрі, дипломнику; основні недоліки проекту, критичні зауваження по його змісту та оформленню.

На закінчення рецензент дає оцінку дипломного проекту за чотирибальною системою. Рецензія передається студентові разом з дипломним проектом для подання в ДЕК.

1.6.4 Підготовка до захисту та захист дипломних проектів

Захист дипломних проектів проводиться на відкритих засіданнях ДЕК за участі не менше половини складу комісії та обов'язковою присутністю голови ДЕКу або його заступника. Засідання проводяться як в ДДМА, так і на підприємствах та в організаціях, для яких тематика дипломних проектів, що захищаються, має науковий або практичний інтерес.

Секретар ДЕКу оголошує тему дипломного проекту та передає голові ДЕКу розрахунково-пояснювальну записку та всі необхідні документи, після чого дипломник отримує слово для доповіді.

В докладі тривалістю не більше 10–15 хвилин дипломник повинен сформулювати мету та завдання дипломного проекту. Дотримуючись послідовності, прийнятої в РПЗ, коротко визнає вузлові розробки проекту, 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, відзив керівника і відзиви підприємств та організацій (якщо вони є). Потім дипломник відповідає на зауваження рецензента та запитання членів ДЕК. Загальна тривалість захисту дипломного проекту не повинна перевищувати 30 хвилин.

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

Студенту, що склав екзамени з оцінкою «відмінно» не менше чим 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 дипломного проекту визнається незадовільним, ДЕК визначає, чи може студент подати на повторний захист той же самий проект з доопрацюванням, що визначається комісією, або зобов'язаний розробити нову тему, яка устанавлюється випусковою кафедрою.

Студент, що отримав при захисті дипломного проекту незадовільну оцінку, відраховується з академії. Він допускається до повторного захисту роботи протягом п'яти років після закінчення академії. Студентам, що не захистили дипломний проект з поважних причин (документально підтверджених), ректор ДДМА може збільшити термін навчання до наступного періоду роботи ДЕКУ, але не більше одного року.

2 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

2.1 Початкові дані для дипломного проектування

Для виконання дипломного проекту 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 знов проєктованого 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 дипломного проекту

Закінчений дипломний проект повинний містити технологічну, конструкторсько-технологічну, організаційно-економічну і спеціальну частини, охорона праці.

Технологічна частина дипломного проекту починається з вивчення службового призначення, відпрацювання об'єкта виробництва на технологічність 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.

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

Спеціальна частина проекту 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 академії, що проводиться кафедрою, або заводами і безпосередньо пов'язаної з темою дипломного проекту.

Весь обсяг дипломного проекту розподіляється за частинами приблизно таким чином:

- технологічна – 45...50 %;
- конструкторсько-технологічна – 20...25 %;
- спеціальна – 10...15 %;
- технологічне проектування виробничої системи – 10 %;
- організаційно-економічна – 10...15 %;
- охорона праці – 5 %.

Зміст і послідовність розробки кожної частини дипломного проекту 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 дипломного проекту

Оформлення розрахунково-пояснювальної записки (РПЗ) виконується відповідно з вимогами ДСТУ 3008:2015 «Інформація і документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» [12]. Графічна частина дипломного проекту оформлюється відповідно до вимог ЄСКД, ЄСТПВ, ГОСТів, ДСТУ.

3 ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

3.1 Вступ

У вступі до дипломного проекту необхідно коротко викласти основні напрями розвитку машинобудування України. Слід показати зв'язок проектного технологічного процесу із завданнями машинобудування в

забезпеченні усіх галузей народного господарства високоефективною технікою, відбити основні вимоги до об'єкту виробництва і технології його виготовлення.

Актуальність теми дипломного проекту, новизну і значущість пропонуваніх проектних рішень доцільно розглядати паралельно з вивченням стану технології виробництва на базовому підприємстві.

3.2 Технологічна 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 вантаження, 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 Визначення річної програми та типу виробництва

Річна програма випуску деталей визначається на підставі програмного завдання за формулою:

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

де N_n – 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 і інше, а також браковані деталі, $b = 2 \dots 6 \%$.

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1108–74 [8, 11] 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 ділянці.

Для різних типів виробництва прийняті наступні значення коефіцієнта закріплення:

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

великосерійного – $1 < K_{30} < 10$,

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 ділянці цеху визначається підсумовуванням різних операцій O_{pm} , закріпленим за кожним робочим місцем.

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

$$O_{pm} = \frac{K_n}{K_3},$$

де K_n – нормативний коефіцієнт завантаження робочого місця всіма закріпленими за ним операціями;

K_3 – коефіцієнт завантаження робочого місця операції, що проектується.

Коефіцієнт завантаження визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{T_{шт-к} \cdot N_p}{60 \cdot F_\partial},$$

де F_∂ – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, год.;

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

N_p – річна програма випуску деталей.

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

Розрахунок значення коефіцієнта закріплення операцій слід подати у вигляді таблиці (додаток В).

3.3 Технологічний процес складання виробу

3.3.1 Організаційна форма складання

Види складання з організації виробництва (потокowe або групове) і переміщенню складального виробу (стаціонарне або рухоме), що регламентуються ГОСТ 23887–79, вибирають з урахуванням конструктивних особливостей, габаритів, сумарної трудомісткості складання і готової 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 дипломному проекті застосовувати складання за принципом концентрації (тобто без розчленовування складальних робіт). Необхідно прагнути до застосування поточкового 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 [1; 2; 3; 6; 11; 16].

3.3.2 Визначення методу досягнення точності замикаючої ланки при складанні

У дипломному проекті необхідно вибрати і обґрунтувати методи досягнення необхідної точності окремих параметрів вузла (повної, неповної або групової взаємозамінності, пригону, регулювання або застосування компенсуючих матеріалів).

Розрахунок і обґрунтування проводяться для 1...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 [1; 3], а методика розрахунку і області застосування обох методів – в ГОСТ 16319–80, ГОСТ 19415–74 і також в роботах [11; 15].

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.

3.3.3 Розробка схеми складання і технологічного процесу

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 правил [14]:

- 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 установленні на машину (на загальному складанні) розбиратися;
- кількість деталей, що йдуть окремо, тобто без приналежності до якої-небудь 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 розробці послідовності складання 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 загальними ланками декількох розмірних ланцюгів, повинні встановлюватися в першу чергу.

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), усередині яких проставляють літерні позначення операцій і порядковий номер оснащення за специфікацією схеми складання.

Докладні рекомендації щодо розробки схеми складання виробу викладені в роботах [14–16]. Схему складання вузла наводять на окремому листі графічної частини.

За складеною схемою складання розробляють технологічний процес.

При розробці технологічного процесу складання приймають наступний порядок виконання робіт: підготовка і комплектування деталей до складання, вузлове складання і випробування окремих вузлів, загальне складання виробу, обкатка і випробування, демонтаж, консервація і упакування (залежно від типу виробництва, вигляду і габаритів виробу окремі етапи можуть бути відсутніми).

3.4 Службове призначення, технічна характеристика деталі-представника

Вивчення креслення деталі-представника є першим етапом в проектуванні технологічного процесу їх виготовлення. Необхідно сформулювати службове призначення деталі, умови її роботи у виробі і технічні вимоги на її виготовлення.

Спочатку за геометричними проекціями і перетинами з'ясовуються конфігурація деталі, форма всіх її поверхонь і їх просторове взаємне розташування. При подальшому обході поверхонь вивчаються їх розміри і необхідна точність (допуски, посадки) [11]. Потім вивчається потрібна за кресленням точність форми і поверхонь і точність їх взаємного розташування (відхилення від паралельності, перпендикулярності і т.д.).

Отримані результати є підставою для уявлення про методи остаточної обробки, про кількість етапів обробки досліджуваних поверхонь, а аналіз системи лінійних координуючих розмірів дозволяє виявити конструкторські бази і заздалегідь намітити послідовність обробки основних поверхонь.

Для вирішення подальших завдань необхідно вивчити матеріал деталі, його фізико-механічні властивості і наявність термічної обробки. Це буде підставою для правильного вирішення питань про методи обробки (обробка різанням, електрохімічна обробка і т. п.), про розчленовування технологічного процесу на етапи, про способи виконання остаточних, опоряджувальних операцій.

3.5 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 [2; 9; 11; 13].

Основні завдання, вирішені при аналізі технологічності конструкції деталей, що виготовляються, зводяться до можливого підвищення продуктивності праці при механічній обробці, до зниження витрат і скорочення часу на технологічну підготовку виробництва при забезпеченні необхідної якості виробів [11; 13].

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 дипломному проекті необхідно визначити наступні відносні показники: рівень технологічності за точністю обробки; рівень технологічності конструкції за шорсткістю поверхонь; рівень технологічності деталі за використанням металу.

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 технологічною собівартістю і визначається після розробки технологічного процесу і отримання необхідних для розрахунку даних з урахуванням зниження трудомісткості виготовлення і собівартості деталі, обумовлених тільки змінами конструкції і заготовки, матеріалу і методу отримання.

Згідно з ГОСТ 14.202–83 значення вказаних рівнів повинні знаходитися в межах $0 < K < 1$, а методика їх визначення наведена в літературі [4; 11; 13].

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

3.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі-представника

Докладний аналіз існуючих варіантів технологічних процесів є передумовою для розробки проектного варіанта технології. Аналізу піддається заводський варіант технологічного процесу виготовлення деталі-представника. Аналіз проводиться з погляду забезпечення заданої якості виробу при високій продуктивності і мінімальній собівартості обробки.

Він 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 [1].

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 єдності і поєднання баз;
- рівень оснащення технологічного процесу (настановно-затискні пристосування, різальні і допоміжні інструменти, засоби технічного контролю) та ін.

Аналіз рекомендується починати з подання плану базового технологічного процесу, а отримані результати доцільно подати у вигляді таблиці (додаток Г). У результаті виконаного аналізу мають бути сформульовані конкретні завдання, направлені на вдосконалення технологічних процесів тих, що існують і які підлягають детальній розробці в дипломному проекті.

3.7 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 точність виготовлення.

Заготовки деталей машин одержують литвом, обробкою тиском, різкою сортового і профільного прокату, а також комбінованими способами.

При виборі технологічного процесу отримання заготовки і методу її формоутворення необхідно враховувати наступні чинники [6; 9; 21]:

- 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, литво під тиском і т. д.).

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 техніко-економічні розрахунки, зіставивши собівартості готової деталі при тому або іншому виді заготовок.

Методика економічного обґрунтування вибраного виду заготовки наводиться в рекомендованій літературі [2; 11].

За відповідними ГОСТами визначаються припуски та допуски на діаметральні та лінійні розміри заготовки [9; 17–20].

3.8 Розмірний аналіз та аналіз схем базування

Метою розрахунків точності 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 [3; 15].

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. При не сполученні технологічних і вимірювальних баз розраховується погрішність базування і порівнюється з допуском на виконуваний розмір [1; 3].

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

3.9 Розробка маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі

Головні завдання, які вирішуються при складанні маршруту виготовлення деталі, – визначення змісту кожної технологічної операції і складання загального плану (послідовності) виконання. Одночасно вибирають типи устаткування, призначають допуски на обробку та ін. Від логічності порядку виконання операцій багато в чому залежать і якість, і продуктивність, і економічність обробки деталі. У загальному випадку послідовність технологічних операцій встановлюють, користуючись наступними методичними рекомендаціями [1; 2; 5; 7; 8]:

- 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 заготівель;
- обробку інших поверхонь ведуть в послідовності, зворотній мірі 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 галтелів, зняття фасок, зачистка задирок і тому подібне) виконують на стадії чистової обробки;
- опоряджувальні операції, такі як шліфування, хонінгування, притирання та ін., виконують в останню чергу, зазвичай після термічної, хіміко-термічної і інших немеханічних операцій, які ділять, як правило, увесь технологічний процес на частини;
- технічний контроль проводять після тих операцій, на яких можливе підвищення браку, після складних дорогих операцій, після закінченого циклу, а також після закінчення виготовлення деталі.

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.

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва положення заготовки на верстаті визначають за допомогою розмітки і вивірювання, а для закріплення широко застосовують ручні механічні затиски.

У серійному і масовому виробництві в основному користуються заздалегідь встановленими технологічними базами. Поверхню, відносно якої ведеться налаштування, особливо ефективно використовують як базу при багатойнструментальній обробці на верстатах-автоматах і напівавтоматах, на автоматичних лініях і верстатах з ЧПУ.

В усіх випадках прагнуть поєднати технологічні бази з конструкторськими і вимірювальними, що дозволяє виключити похибку 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.

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

Запис змісту операцій слід виконувати у формі маршрутного опису по ГОСТ 3.1702–79 [4].

3.10 Визначення припусків на механічну обробку деталі та виконання креслення заготовки

У дипломному проекті виконується розрахунок припусків на діаметральний і лінійний розміри деталі-представника. Виконання цього розділу бажано проводити в наступній послідовності:

а) складається план обробки поверхні, в якому слід вказати одержувану точність розміру і шорсткість поверхні;

б) виконується розрахунок припусків і розмірів розрахунково-аналітичним методом [23];

в) відповідно з визначенням за ГОСТом загальним припуском на задану поверхню (див. п. 3.7) розраховується коефіцієнт посилювання припусків $K_{уж}$;

г) на решту поверхонь проводиться посилювання припусків з урахуванням $K_{уж}$. Результати розрахунку подаються у вигляді таблиці (додаток Д);

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 лінії рознімання штампу, наведені

технічні умови на приймання заготовки. На кресленні заготовки необхідно показати контур готової деталі і під відповідними розмірами заготовки вказати в дужках розміри готової деталі.

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 і т. п.

Після оформлення креслення заготовки необхідно підрахувати коефіцієнт використання матеріалу ($K_{\text{вм}}$), що визначається відношенням маси деталі до маси її заготовки [1].

3.11 Розробка операцій механічної обробки деталі

3.11.1 Визначення структури операції; вибір та обґрунтування вибору обладнання, технологічного оснащення

Правила вибору технологічного оснащення регламентуються ГОСТ 14.301–85. До технологічного оснащення відносяться: технологічне обладнання (металорізальні верстати), технологічне оснащення (настановно-затискні пристосування, різальний, допоміжний, контрольно-вимірювальний інструмент), засоби механізації і автоматизації виробничих процесів. Їх вибирають з урахуванням типу виробництва, програми випуску виробів, можливості групування операцій, використання стандартного оснащення і обладнання.

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 якість оброблюваних поверхонь. Конкретну модель вибирають, виходячи з таких міркувань [10; 24; 52; 53]:

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

Вибір технологічного оснащення в значній мірі визначається типом виробництва, прийнятим верстатним обладнанням. Вибір системи настановно-затискних пристосувань повинен ґрунтуватися на техніко-економічних розрахунках економічної ефективності від впровадження пристосування, а також можливий вибір на основі типових рішень, що рекомендуються довідковою літературою [34; 35].

Вибір типорозміру інструменту, інструментального матеріалу і геометричних параметрів різальної кромки проводять з урахуванням форми поверхні оброблюваної, її розміру, точності, шорсткості, конструктивних особливостей, твердості і міцності [10; 48–51].

Вибір контрольно-вимірювальних засобів виконується відповідно до правил, викладених в 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: завантаження і вивантаження заготовки, робочі рухи верстата і деталі, контроль розмірів та ін.

3.11.2 Визначення режимів різання та нормування операцій

У дипломному проекті 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 поправкових коефіцієнтів виконують за вказівкою викладача на ЕОМ для двох різнохарактерних операцій [29; 30]. Для решти операцій технологічного процесу режими різання встановлюються за таблицями нормативів та довідників [10; 25; 26; 27].

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

Порядок вибору режимів різання наступний:

- а) уточнюється марка інструментального матеріалу;
- б) відповідно до встановленого припуском на даний перехід, жорсткістю деталі і умовами 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 з урахуванням поправкових 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 Ne і перевіряється відповідність моделі верстата за потужністю приводу [10].

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 визначальних чинників технологічного процесу і визначається з умов повнішого використання технологічних можливостей обладнання й інструменту відповідно до вимог щодо обробки деталі.

Норма штучного часу [1; 4; 28]:

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

де T_o – основний (машинне) час, хв.;

T_{∂} – допоміжний час, хв.;

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

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

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

Для спрощення підрахунку норми штучного часу застосовують наступну формулу

$$T_{шт} = (T_o + T_{\partial}) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right),$$

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

Величина основного машинного 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 [28].

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

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}.$$

Розмір партії деталей можна орієнтовно визначити за наступною формулою

$$n = \left(\frac{\sum T_{n-3}}{\alpha \sum T_{шт}} \right),$$

де $\sum T_{n-3}$ – сумарний підготовчо-завершальний час на всі операції технологічного процесу, мін;

$\sum T_{шт}$ – сумарний штучний час для виготовлення деталі, хв;

α – коефіцієнт допустимих втрат часу на переналагодження обладнання $\alpha = 0,03...0,1$.

Розмір партії деталей має бути кратним річній програмі випуску і не має бути менше змінного вироблення деталей.

Елементи режимів обробки і результати розрахунку норми часу для кожної з операцій, що розробляються, записуються в операційні карти. Для нормування решти операцій технологічного процесу необхідно норми часу базового технологічного процесу скоректувати з урахуванням $K_{yж}$ і записати в маршрутні карти. Приклад заповнення маршрутних і операційних карт поданий в додатку Ж.

3.11.3 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 і розрахунково-технологічну карту (РТК). Розрахунково-технологічні карти (РТК) розробляються при обробці на верстаті з ЧПК та ОЦ.

Технологічна карта-наладка є схемою обробки заготовки на даній операції, закріплений в пристосуванні. На карті обов'язково мають бути показані настановні 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 вживаним нормалізованим конструкціям. 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 [2; 9; 11].

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 решта ліній карти-наладки. Траєкторії рухів позначають стрілками.

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

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 проект 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 програмування. До РТК вноситься наступна інформація: модель верстата, тип системи ПК, номер програми; номер базової і опорної точок, або приріст й імпульси; подача, частота обертання і напрям обертання шпинделя для кожної ділянки переміщення інструменту; номер коректора з вказівкою осі переміщення; технологічні команди [2; 9; 11].

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

3.12 Визначення технологічної собівартості механічної обробки

Вибір оптимального варіанта технологічного процесу проводиться шляхом порівняння технологічної собівартості операцій, терміну окупності капітальних вкладень і продуктивності праці. Методика економічного обґрунтування викладена в літературі [1; 2; 10].

При виконанні дипломного проекту, враховуючи відомі труднощі економічної оцінки технологічного процесу, що розробляється, в цілому,

допускається обґрунтування варіанту однієї або декількох запроєктованих операцій (за узгодженням з керівником дипломного проекту).

3.13 Розробка технологічної документації

У дипломному проекті 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. додаток Ж) :

а) маршрутна карта – документ, що містить опис технологічного процесу виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення по усіх операціях різних видів 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 по 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, 015, ..., 100. Переходи слід нумерувати в технологічній послідовності: 001, 002, 003 і т. д.

Операційні карти механічної обробки складаються по формах 1 і 1а, а їх граfi заповнюють відповідно до ГОСТ 3.1404–86 і ГОСТ 3.1118–82. Граfi, що мають у своєму змісті номера цеху і ділянки, в дипломному проекті можна не заповнювати.

При розробці технологічної документації необхідно за вказівкою керівника дипломного проекту розробити операційні технологічні карти в системах "АРМ-технолог НКМЗ", "ТехноПро" або "ВЕРТИКАЛЬ" на дві операції і операційні ескізи до цих операцій із застосуванням "КОМПАС", SolidWorks або AutoCAD [43; 44].

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

4 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Проектування верстатного пристосування

Конструювання пристосувань [31–42] слід розпочинати з формулювання технічного завдання, для виконання якого проектується ця конструкція, і основних експлуатаційних вимог, яким вона повинна задовольняти. Слід враховувати те, що верстатне пристосування проектується для класу деталей, одним з яких є деталь-представник. 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 устаткування, 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-представника і 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 компонування.

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

Методика проектування пристосувань полягає в наступному:

- 1) визначають тип і розмір настановних елементів, максимальну кількість, взаємне розташування і розраховують установки, які складають похибки (з урахуванням схеми базування, точності і шорсткості базових поверхонь);

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

3) за зовнішніми силами, які діють на заготовку, і вибраним схемам 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 застосування, вибирають тип затискного механізму, розраховують його основні параметри і величину необхідної початкової сили рушія;

5) за силою на рушії і часі на закріплення і відкріплення деталі вибирають тип силового рушія, розраховують його розміри і за нормами і стандартами вибирають їх розміри;

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

7) вибирають допоміжні пристрої, визначають їх конструкцію, розміри, розташування;

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

9) розраховують на міцність найбільш навантажені елементи пристосувань.

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;

11) розробляються і розраховуються технічні характеристики і технічні вимоги.

До найважливіших технічних характеристик відносяться:

- діапазон габаритних розмірів встановлюваної заготовки;

- величина сили закріплення;

- точність установки заготовки;

- величина переміщення робочих органів при закріпленні заготовки;

- параметри енергії, що підводиться до рушія 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 починають виконувати загальний вигляд пристосування, який розробляють методом послідовного викреслювання окремих його елементів в певному порядку :

- виконують креслення оброблюваної деталі в трьох проекціях (рідше в двох) на необхідній відстані один від одного з тим, щоб помістилися проекції пристосувань;
- наносять на креслення елементи пристосування для напряду інструменту;
- викреслюють настановні елементи пристосування так, щоб базові поверхні деталі стикалися з ними;
- викреслюють затискні механізми і рушії;
- 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 пристосувань і основні характеристики пристосування (при необхідності).

На загальному вигляді пристосування мають бути проставлені наступні розміри:

- 1) Установочні розміри:
 - розміри, точність яких впливає на похибку 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 дипломному проєкті 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 доцільні зміни **не допускається**.

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

4.2 Проектування контрольних пристосувань

Для однієї з операцій технологічного процесу або для операції остаточного контролю в дипломному проекті студент повинен розробити контрольно-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 :

- різних 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 і т. д.

Студент повинен розробити креслення загального виду конструкції пристосування, скласти специфікацію усіх складальних одиниць, що входять в неї, і деталей, технічні умови на складання і установку пристосування на робочій позиції, а також технічну характеристику пристосування.

Щоб застосування спроектованого пристосування було доцільним і ефективним, воно повинне задовольняти ряду вимог [33]:

- 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 пристосувань аналогічна методиці проектування робочих 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 погрішностей базування, вибір настановних елементів;

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 погрішностей і погрішностей відліку, розрахунок загальної похибки вимірювання КВП;

7) розробка загального рівняння для розрахунку похибки 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 і тому подібне) в розрахунково-пояснювальній записці мають бути приведені розмірні ланцюги для розрахунку його виконавчих розмірів.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Спеціальна частина є обов'язковим розділом кожної дипломного проекту і призначена для підвищення якості підготовки бакалаврів з технології машинобудування. Її метою є наукове дослідження одного з технологічних або конструкторських питань. Вона є продовженням технологічної або конструкторської частин і розташовується за відповідними частинами. Їй привласнюється порядковий номер за місцем знаходження в записці. Тема спецчастини формується керівником дипломного проекту разом із студентом і затверджується разом з темою дипломного проекту.

Спецчастина до дипломного проекту може розроблятися за наступними основними напрямками:

– наукові розробки з тематики кафедри або відділів заводів і направленої 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 та ін.;

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

Окрім цього, зі спеціальної частини робіт можуть видаватися завдання, пов'язані з розрахунками або теоретичними дослідженнями різних технологічних процесів, вузлів механізмів, обладнання, технологічного оснащення і т. п., із створенням нових інженерних методів розрахунку вузлів, пристроїв і т. д. Обов'язковим є патентний пошук за темою спецчастини.

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

У списку літератури спецчастина не відокремлюється в розділ, проте повинна містити посилання не менше чим на 10 літературних джерел, що надруковані за останні 10 років.

6 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ (ДІЛЬНИЦІ, ЦЕХУ)

6.1 Загальні положення

Відповідно до завдання на дипломне проектування виконавець повинен розробити на рівні технічного проекту проект реконструкції діючої спеціалізованої механоскладальної виробничої системи з виготовлення вузлів або машин, в т.ч. провести відповідні розрахунки і на їх основі розробити компонування даної системи в цілому і планування спеціалізованої системи.

Розрахунки та інший текстовий матеріал наводяться окремою частиною розрахунково-пояснювальної записки, а компонувально-планувальні рішення системи – графічною частиною.

6.2 Проект реконструкції діючої механічної або механоскладальної виробничої системи

Відповідно до завдання на дипломне проектування дипломник повинен розробити проект реконструкції діючої виробничої системи з метою створення в ній спеціалізованого виробництва з випуску заданої продукції. В складі спеціалізованої виробничої системи слід передбачити

складські місця, дільницю механічної обробки деталей та дільницю складання виробу.

Початковими даними для проектування є: а) виробнича або наведена програма; б) креслення і діючі (заводські) технологічні процеси складання виробу і механічної обробки деталей-представників; в) перспективні технологічні процеси з нормами часу; г) верстатомісткість механічної обробки деталей виробу (сумарно) за типорозмірами верстатів за заводськими даними; д) режим роботи виробничої системи, що проектується. Режим роботи визначається керівником дипломного проекту; е) тип виробництва; ж) планування виробничої системи, що реконструюється.

Проектування виконується у наступній послідовності:

Виконується опис базової механічної або механоскладальної виробничої системи з зазначенням наявного металорізального обладнання, транспортних засобів та іншого обладнання.

При подальшому проектуванні виконують наступні етапи:

1) визначення проектних верстатомісткості механічної обробки деталей та трудомісткості складання машини.

Проектні верстатомісткість механічної обробки деталей і трудомісткість складання машин для умов серійного виробництва визначаються за заводськими даними з урахуванням коефіцієнта зменшення. Коефіцієнт зменшення верстатомісткості визначається, виходячи із верстатомісткості деталей-представників за перспективними і заводськими технологічними процесами механічної обробки. Трудомісткість складання машини визначається з урахуванням коефіцієнта зменшення. Розрахунок проектної верстатомісткості наводиться у таблиці Е.1 (додаток Е).

2) визначення потрібної кількості верстатів і коефіцієнта їх завантаження

Потрібна кількість верстатів для непотокового виробництва розраховується за типорозмірами верстатів, для потокового – за кожною технологічною операцією [45–47]. Розрахунок наводиться у таблиці Е.1 (додаток Е).

3) визначення площі виробничої системи, що проектується

Проектант визначає заздалегідь площі виробничих ділянок, відділень, складів і проекрованої системи в цілому [45–47]. Результати розрахунків наводяться у таблиці Е.2 (додаток Е).

Виробничу систему, що проектується, рекомендується розташовувати в секціях виробничої будівлі або системи, що реконструюється. Початковими даними для вибору будівлі є площа виробничої системи і висота [45–47]. Вибір місця для розташування проекрованої системи необхідно погоджувати з керівником дипломного проекту.

4) визначення виду та кількості транспортних засобів

Вибір виду цехового транспорту залежить від характеру продукції, що виготовляється, її ваги і розмірів, типу (методу) виробництва і його організаційних форм, а також типу і розмірів виробничої будівлі. Кількість транспортних засобів рекомендується визначити одним з методів (розрахунковим або укрупненим), наведених [45–47]. Доцільно, в основному, використовувати наявний транспорт системи, що реконструюється.

5) визначення системи видалення стружки

В залежності від маси стружки, що припадає на один квадратний метр площі проекрованої системи на рік, ухвалюється відповідне технічне рішення з видалення стружки від робочих місць, ділянок, а також про її подальшу переробку [45–47].

6) визначення складу виробничої системи, що реконструюється

Визначаються діючі виробничі дільниці, допоміжні відділення, служби системи, що реконструюється, з урахуванням проекрованої системи [45–47]. Слід вказати також, що основні загальноцехові відділення і служби виробничої системи, що реконструюється, обслуговуватимуть і сплановане спеціалізоване виробництво.

6.3 Компонувально-планувальні рішення системи, що реконструюється

Ухвалені за цим підрозділом рішення відповідно до робіт [45–47] дипломник наводить в тексті записки, на листі графічної частини і специфікації обладнання, встановленого в спеціалізованій виробничій системі.

У записці висловлюються принципові основні рішення з компонентування системи, що реконструюється, в цілому і планування технологічного обладнання проектного спеціалізованого виробництва.

На листі графічної частини, що іменується «компонувально-планувальні рішення», викреслюється компонентування системи (М 1:200, М 1:400), що реконструюється, планування спеціалізованого виробництва (М 1:100, М 1:200) і графік завантаження обладнання.

На компонентуванні зображають: сітку колон; виробничі ділянки, допоміжні відділення і служби; під'їзні шляхи; підйомно-транспортні засоби і напрям виробничого потоку. Крім того, необхідно вказати і позначити: ширину прольотів, подовжні, поперечні осі і крок колон; загальну ширину і довжину системи, що реконструюється. Подовжні осі колон позначаються малими літерами, поперечні – цифрами.

На плануванні ділянки необхідно зобразити стандартними умовними позначеннями: колони; металорізальні верстати та інше технологічне обладнання; місце робочого біля верстата; контрольні і розмічальні плити; місця міжопераційного складання; транспортні пристрої; склади заготовок

і готових деталей; місця майстрів; місця підведення (розподіли) енергоносіїв; проходи і проїзди.

На плануванні необхідно позначити подовжні осі колон, номери колон.

Вказати: ширину проходів (проїздів), розміри і площу спеціалізованого виробництва; відстань від верстатів до колон, стін, проходів, між собою; вантажопідйомність транспортних засобів, напрямок виробничого процесу, номери позицій виробничого обладнання (верстатів, плит, транспортних засобів).

Основне технологічне обладнання спеціалізованих ділянок, залежно від типу, методу організації виробництва і наявності початкових даних, може встановлюватися за технологічним процесом, основним технологічним маршрутом обробки конструктивно і технологічно схожих груп деталей або групами за типорозмірами верстатів.

Специфікація обладнання спеціалізованого виробництва повинна містити: номер позиції за плануванням, найменування, модель, кількість і коротку технічну характеристику обладнання.

7 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В розділі необхідно визначити та сформулювати завдання, що потрібно вирішити спроектованій спеціальній ділянці в умовах ринкових відносин (підвищення ефективності виробництва, збільшення продуктивності, зменшення витрат на виробництво та підвищення конкурентоздатності продукції і ін.), а також в дипломному проекті розробити організаційні, технологічні та технічні пропозиції по вирішенню цих проблем.

Завдання з організаційно-економічної частини дипломного проекту видається консультантом-викладачем кафедри «Економіка підприємства» академії. При його виконанні необхідно користуватися літературними джерелами і методичними вказівками, розробленими кафедрою ЕП.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

При проектуванні цеху, його ділянок і відділень дипломник зобов'язаний врахувати вимоги техніки безпеки, промислової санітарії і протипожежної безпеки відповідно до діючих правил і ГОСТів.

Розробка питань охорони праці в дипломному проекті може бути поділена на два етапи:

- 1) аналіз і виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників спроектованого об'єкта (цеху, ділянки і т. д.), технологічного процесу, що розробляється, і вживаних на робочих місцях умов праці;
- 2) розробка заходів щодо забезпечення безпеки умов праці.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 **Бондаренко, С. Г.** Основи технології машинобудування: навч. посібник / С. Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія 2006, 2007. – 500 с.
- 2 **Скворцов, А. В.** Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств : учебник / А. В. Скворцов, А. Г. Схиртладзе. – М. : Высш. шк., 2010. – 589 с.
- 3 **Маталин, А. А.** Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. – 496 с.
- 4 **Ковалевский, С. В.** Теоретические основы технологии производства деталей и сборки машин: пособие к практическим занятиям и курсовому проектированию / С. В. Ковалевский, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко – Краматорск : ДГМА, 2009. – 68 с.
- 5 **Гусев, А. А.** Технология машиностроения (специальная часть) : учебник / А. А. Гусев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986. – 480 с.
- 6 Технология машиностроения. В 2 т. Т. 2 : Производство машин / под ред. Г. Н. Мельникова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 640 с. – ISBN 5-7038-1285-2.
- 7 Проектирование технологии автоматизированного машиностроения : учебник. / под ред. Ю. М. Соломенцева – 2-е изд. испр. – М. : Высшая школа, 1999. – 340 с. – ISBN 5-06-003599-9.
- 8 **Руденко, П. А.** Проектирование технологических процессов в машиностроении. / П. А. Руденко. – К. : Вища школа, 1985. – 255 с.
- 9 Справочник технолога-машиностроителя : В 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 495 с.
- 10 Справочник технолога-машиностроителя : В 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
- 11 **Худобин, Л. В.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Л. В. Худобин [и др.] – М. : Машиностроение, 1989. – 288 с.
- 12 **ДСТУ 3008:2015.** Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 26 с.
- 13 **Алекферова, Т. К.** Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алекферова, Б. Д. Амиров, П. Н. Волков [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
- 14 **Новиков, М. П.** Основы технологии сборки машин и механизмов : учебник / М. П. Новиков – М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.
- 15 **Солонин, И. С.** Расчет сборочных и технологических размерных цепей / И. С. Солонин, С. И. Солонин. – М. : Машиностроение, 1980. – 110 с.

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

17 **ГОСТ 7062-79.** Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на прессах. Припуски и допуски. – Взамен ГОСТ 7062-67 ; Введен 01.01.81. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 48 с.

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

19 **ГОСТ 26645-85.** Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 1855-55 и ГОСТ 2009-55; Введен 01.07.88. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 48 с.

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

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

22 Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин. Визначення припусків дослідно-статистичним методом. Методичні вказівки до практичних занять. / уклад.: С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко. – Краматорськ : ДДМА, 2014. – 32 с.

23 **Ковалевський, С. В.** Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом // С. В. Ковалевський [і ін.]. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – 72 с. – ISBN 966-7851-71-01.

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

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

26 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 1 : Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. – М. : Машиностроение, 1974. – 416 с.

27 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 2 : Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбонакатные и отрезные станки. – М. : Машиностроение, 1974. – 200 с.

28 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-

заключительного для нормирования станочных работ. Серийное производство. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.

29 **Дьяконов, В.** MathCAD / В. Дьяконов. – СПб. : Питер, 2001. – 624 с.

30 **Долженков, В. А.** Microsoft Excel 2000 / В. А. Долженков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2001. – 1088 с.

31 **Белоусов, А. П.** Проектирование станочных приспособлений / А. П. Белоусов. – М. : Высшая школа, 1980. – 240 с.

32 **Горохов, В. А.** Проектирование и расчет приспособлений: учебн. пособие / В. А. Горохов. – Мн. : Высш. школа, 1986. – 238 с.

33 **Корсаков, В. С.** Основы конструирования приспособлений в машиностроении / В. С. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1987. – 277 с.

34 Станочные приспособления. Справочник : В 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина и А. А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 591 с.

35 Станочные приспособления. Справочник : В 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина и А. А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 2. – 655 с.

36 **Ансеров, М. А.** Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Л. : Машиностроение, 1975. – 656 с.

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

38 Учебное пособие по дисциплине «Технологическая оснастка» для студентов специальностей 7.090202, 7.090203 дневной и заочной форм обучения. Проектирование станочных приспособлений / сост. : В. В. Скибин, В. С. Медведев. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 20 с.

39 Методическое пособие по дисциплине «Проектирование технологической оснастки» для студентов специальностей 7.090202 и 7.092003. Силовой расчет станочных приспособлений. / сост. В. В. Скибин. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 44 с.

40 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование технологической оснастки». Раздел «Расчет точности станочных приспособлений» / сост. В. В. Скибин, В. С. Медведев. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 19 с.

41 Методические указания к практическому занятию «Методика проектирования приспособлений по дисциплине «Проектирование технологической оснастки» / сост. В. В. Скибин, В. С. Медведев. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 20 с.

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

43 **Омура, Д.** AutoCAD 2006. / Д. Омура. – СПб. : Экспресс-курс – Питер Принт, 2006. – 416 с. – ISBN 5-469-01066-X.

44 **Кидрук, М. И.** КОМПАС-3D V9. Учебный курс (+CD). /

М. И. Кидрук. – СПб. : Питер, 2007. – 496 с.

45 **Мельников, Г. П.** Проектирование механосборочных цехов. / Г. П. Мельников, В. П. Вороненко. – М. : Машиностроение, 1990. – 350 с.

46 **Егоров, М. Е.** Основы проектирования машиностроительных заводов. / М. Е. Егоров. – М. : Высшая школа, 1969. – 480 с.

47 **Когут, М. С.** Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні. / М. С. Когут. – Львів: Львівська політехніка, 2000. – 352 с. – ISBN 966-553-169-7.

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

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

50 Iscar. Каталог [Електронний ресурс] — Режим доступу до каталогу : <http://www.iscar.ru>.

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>.

Додаток А

Бланк завдання на дипломний проект бакалавра (зразок заповнення)

Донбаська державна машинобудівна академія

Факультет техніки та менеджменту Кафедра технології машинобудування

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТМ, д.т.н., проф.

С. В. Ковалевський

“ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентіві

Шевченку Андрію Володимировичу

1 Тема проекту «Проект реконструкції механоскладального цеху з випуску редукторів Ц2-600 з річною програмою 100 шт.»

затверджена наказом по академії від “ ” _____ № _____

2 Термін подання студентом закінченого проекту _____.

3 Вихідні дані до проекту 1 Програмне завдання. 2 Креслення редуктору Ц2-600, робочі креслення корпусу редуктора та зубчастого колеса. 3 Технологічні процеси складання редуктору, виготовлення корпусу та зубчастого колеса. 4 Відомість трудомісткості виготовлення редуктору за видами робіт. 5 План базового цеху.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1 Технологічна частина. 2 Конструкторсько-технологічна частина. 3 Спецчастина - Розробка технологічного оснащення для контролю шліців 4 Технологічне планування виробничої системи. 5. Організаційно-економічна частина. 6 Охорона праці.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Схему складання – 1 арк. 2 Креслення заготовки – 0,5 арк. 3 Карти налагодження для обробки деталі-представника – 1,5 арк. 4. Креслення пристосування для фрезерування шпонкового пазу – 1 арк. 5 Креслення пристосування для контролю шліців – 1 арк. 7 Креслення плану цеху – 1 арк. 8 Спеціальна частина – 1 арк.

6 Консультанти проекту із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
<i>Організаційно-економічна частина</i>	<i>Касьянюк С.В.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Юсіна Г.Л.</i>		

7 Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер етапу	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів роботи, тиж.	Примітка
1	<i>Видача завдання</i>	1	
2	<i>Технологічна частина</i>	1...7	
3	<i>Конструкторсько-технологічна частина</i>	5...8	
4	<i>Технологічне проектування виробничої системи</i>	7...9	
5	<i>Організаційно-економічна частина</i>	8...10	
6	<i>Охорона праці</i>	10	
7	<i>Спецчастина</i>	10...12	
8	<i>Оформлення матеріалів</i>	10...12	

Студент-дипломник _____

підпис

Керівник проекту _____

підпис

Додаток Б
Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів
при виконанні дипломного проекту

Рівень, бали	Знання	Уміння
1	2	3
Високий 90–100 Відмінно А	Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломний проект та бездоганно його захистив. Усі частини дипломного проекту містять аналіз та ефективні заходи щодо усунення недоліків базових конструкцій або технологій. Знає сучасні методи розрахунків, використовує ЕОМ для виконання дипломного проекту. 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 81–89 Дуже добре В	Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломний проект та бездоганно його 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 дипломного проекту. У РПЗ припускається незначних описок 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 дипломного проекту, які самостійно вміє виправити.

1	2	3
Середній 75–80 Добре С	Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломний проект, та захистив його не досить впевнено. 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 дипломного проекту. У РПЗ при виконанні розрахунків припускається незначних описок та виправлень. Виконав наукові дослідження з незначними недоробками.	Студент вмів 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 виконанні графічної частини не завжди дотримується норм та вимог кафедри, ЄСКД та інших керівних документів. Є незначні помилки в оформленні дипломного проекту, які самостійно вмів виправити через деякий час.
Достатній 65–74 Задовільно D	Студент своєчасно виконав, згідно із завданням на проектування, дипломний проект та захистив його досить невпевнено. Усі частини дипломного проекту 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 вмів 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 дипломного проекту, які самостійно не вмів виправити.

1	2	3
Достатній 55–64 Задовільно Е	Студент несвоєчасно виконав дипломний проект та захистив його досить невпевнено. Усі частини дипломного проекту 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 дипломного проекту, які самостійно не вміє виправити.
Початковий 30–54 Незадовільно з можливістю повторного складання FX	Студент несвоєчасно виконав дипломний проект та не захистив його в призначений термін. У РПЗ дипломного проекту 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 дипломного проекту, які самостійно не вміє виправити і через деякий час

1	2	3
Початковий 1–29 Незадовільно з обов'язковим повторенням курсу F	Студент несвоєчасно виконав дипломний проект та не захистив його в призначений строк, або не виконав його зовсім. У РПЗ дипломного проекту 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 дипломного проекту, які не вміє виправити навіть за допомогою викладача.

Додаток В
Визначення коефіцієнта закріплення операцій K_{30}

№ операції	Назва операції	$T_{шт-к}$	$З_p$	P	η_z	O
005						
010						
...						
				$\Sigma P =$		$\Sigma O =$

Додаток Г
Аналіз базового технологічного процесу
виготовлення деталі _____
(назва)

Но- мер опера- ції	Най- мену- вання опера- ції	Моде- ль верста- та	Технологічне оснащення (пристрої, різальний та вимірювальний інструмент)	Ескіз обробки	Реко- ментації по проект. ТП

Додаток Д
Таблиця розрахунку припусків

Розмір поверхні, мм	Загаль- ний припуск на розмір, мм	Коефі- цієнт уточне- ння	Уточнений (прийня- тий) припуск	Допуск на заго- товку, мм	Розміри заготовки з допусками, мм
Діаметральні розміри					
Лінійні розміри					

Додаток Е
Технологічне проектування цеху (дільниці)

*Таблиця Е.1 – Розрахунок потрібної кількості верстатів
і коефіцієнта їх завантаження*

Назва вер- статів	Модель	Габа- рити вер- статів	Тшт-к баз., год.	К _{уж}	Тшт-к пр., год.	Sp	Спр	Кз

Таблиця Е.2 – Розрахунок площі проектованої системи

Найменування	Площа, м ²	Розташування дільниць, відділень	
Дільниця механічної обробки			
Дільниця складання			
Склад заготовок			
Міжопераційний склад			
Склад готових деталей			
Склад готових виробів			
Площа магістральних проїздів (проходів)			
РАЗОМ			

Навчальне видання

**КОВАЛЕВСЬКИЙ Сергій Вадимович,
ОНИЩУК Сергій Григорович,
БОРИСЕНКО Юрій Борисович,
МЕДВЕДЄВ Вячеслав Степанович,
ТУЛУПОВ Володимир Іванович**

**Дипломне проектування
бакалаврів
Методичні вказівки
для студентів спеціальності
«Прикладна механіка»
спеціалізації «Технології машинобудування»**

За авторською редакцією
Комп'ютерна верстка О. С. Орда

/2018. Підп. до друку . . . Формат 60 x 84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. . Обл.-вид. арк. .
Тираж прим. Зам. №

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.2003