

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний
університет

Механіко-технологічний факультет

КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАТРОНИКИ І
РОБОТОТЕХНІКИ

Методичні рекомендації до
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Кропивницький – 2021

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний
університет
Механіко-технологічний факультет
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАТРОНІКИ І
РОБОТОТЕХНІКИ

Методичні рекомендації до
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Ухвалено на засіданні кафедри
„Машинобудування, мехатроніки
і робототехніки ”
Протокол № 1 від 31.08.2021 р.

Кропивницький – 2021

Методичні рекомендації до кваліфікаційної роботи. / Укладачі: Павленко І.І., д.т.н., проф.; Мажара В.А., к.т.н., доц.; Щербина К.К., к.т.н., доц.; Скібінський О.І., к.т.н., доц.; - Кропивницький: ЦНТУ, 2021 – 42 с.

Рецензент: Кириченко А.М., д.т.н., проф.

© Павленко І.І., Мажара В.А., Щербина К.К., Скібінський О.І.

ПЕРЕДМОВА

Кваліфікація магістра відповідної спеціальності надається особам, які мають академічну ступінь бакалавра, виконали освітньо-професійну програму підготовки магістрів, склали відповідні екзамени та захистили кваліфікаційну роботу.

В структурі сучасної системи вищої освіти України ступінь магістра не є науковою, а тільки академічною, тому що вона обумовлює освітній рівень випускника вищого навчального закладу та свідчить про наявність у нього відповідних знань і навичок, які повинен мати науковець.

Кваліфікаційна (випускна) робота є заключним етапом професійної підготовки здобувачів до самостійного вирішення різних інженерних, науково-технічних та організаційно-економічних задач.

Кваліфікаційна робота - це самостійна, творча робота здобувачів, його ініціатива у вирішенні висунутих, згідно її теми, задач: технічних, технологічних, науково - дослідних та організаційно-економічних. Вона повинна мати елементи нового рішення наукової задачі, відповідати сучасному розвитку науки та техніки та направлена на підвищення ефективності виробництва з урахуванням зменшення собівартості та техніко-економічних витрат, а також підвищення конкурентоспроможності продукції.

Сукупність отриманих у кваліфікаційній роботі наукових результатів, їх актуальність та значимість для науки і виробництва свідчить про рівень наукової кваліфікації автора, а саме:

- особистий внесок у науку;
- вміння самостійно вирішувати конкретні задачі наукового змісту;
- самостійно вести науковий пошук;
- володіти методологією наукових досліджень; сучасними інформаційними технологіями; методами отримання, обробки та аналізу наукової інформації.

При виконанні кваліфікаційної роботи здобувачів стикається з питаннями, пов'язаними з методикою її виконання та оформлення, а також питаннями наукового та інтуїтивного характеру, що цілком зрозуміло, враховуючи, що будь-яке рішення висунутих задач є багаторівневим процесом, а часто і інтуїтивним, що

ґрунтується на необхідному досвіді.

Отже, основна мета методичних вказівок — висвітлити основні питання, які необхідно вирішувати при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи та надати необхідну методичну допомогу при їх розв’язанні.

Кваліфікаційна робота повинна відповідати вимогам доброчинності з використанням посилань на джерела інформації.

1 Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою виконання кваліфікаційної (випускної) роботи є підвищення освітньо-професійного рівня фахівця, який на основі кваліфікації бакалавра або спеціаліста здобув поглиблені спеціальні знання та практичні навички інноваційного характеру і певний досвід їх застосування для вирішення задач наукового змісту.

Магістр повинен мати широку ерудицію, фундаментальну наукову базу, володіти методологією наукової творчості та сучасними інформаційними технологіями.

Кваліфікаційна робота - це самостійна науково-дослідницька робота, яка виконує кваліфікаційну функцію, тобто готується з метою публічного захисту і отримання академічного ступеня магістра.

Основна мета її автора - продемонструвати рівень своєї наукової кваліфікації, уміння самостійно вести науковий пошук та вирішувати конкретні наукові та практичні завдання.

Випускна кваліфікаційна праця наукового змісту повинна мати внутрішню єдність та відображати хід виконання і результати розробки заданої теми. Вона, з одного боку, має узагальнюючий характер, оскільки є своєрідним підсумком підготовки магістра, а з іншого - є самостійним оригінальним науковим дослідженням здобувача у розробці конкретного науково практичного завдання.

Виконання кваліфікаційної роботи підпорядковано закріпленню, поглибленню та узагальненню теоретичних знань, отриманих у процесі вивчення відповідних спеціальних дисциплін і покликана вирішувати основні питання:

-розширити теоретичні знання за рахунок самостійного вивчення додаткової спеціальної літератури наукового та технічного характеру;

-навчитися самостійно обґрунтовувати мету та задачі наукових досліджень, а також розробляти методику теоретичних та експериментальних досліджень;

-навчитися формулювати задачі математичного моделювання, створювати математичну модель, алгоритм рішення та програмне забезпечення;

-навчитися методам аналізу, синтезу та узагальненню і систематизації отриманих результатів;

-виконувати техніко-економічні розрахунки, пов'язані з вирішенням наукових задач та впровадженням нової технології і технологічного обладнання.

Магістерська підготовка - це по суті лише перший крок здобувачі до науково - дослідницької і науково-педагогічної діяльності, що логічно може завершуватися вступом до аспірантури і підготовкою кандидатської дисертації. Кваліфікаційна робота підтверджує освітньо-професіональний рівень випускника вищої школи (навчального закладу) і свідчить про наявність у нього знань, практичних навичок, притаманних науковому працівнику-початківцю.

2 Тематика кваліфікаційних робіт

Тематика та науковий рівень кваліфікаційної роботи мають відповідати освітньо-професійній програмі навчання. Виконання зазначеної роботи повинне не стільки вирішувати наукові проблеми, скільки свідчити, що її автор здатний належним чином вести науковий пошук, розпізнавати професійні проблеми, знати загальні методи та шляхи їх вирішення.

Згідно існуючого положення про кваліфікаційну роботу, передбачено два варіанти її виконання:

- кваліфікаційна робота професійного спрямування з розширеним науково-дослідним розділом;

- кваліфікаційна робота наукового спрямування (даний напрямок магістерської роботи приймається у окремих випадках за рішенням відповідної

кафедри).

Перший варіант кваліфікаційної роботи виконується як звичайний дипломний проект згідно методичним вказівкам кафедри, а науково-дослідний розділ виконується як самостійна наукова праця (у стислому вигляді).

Тематика другого варіанту кваліфікаційної роботи повинна бути пов'язана з напрямком науково-дослідних робіт членів кафедри та має бути актуальною і вирішувати наступні задачі:

- розробка сучасних технологічних методів формоутворення поверхонь деталей;
- розробка САПР (або його елементів) технологічних процесів і пакетів прикладних програм;
- розробка нових технологій та шляхів їх впровадження;
- розробка технологій та конструкцій роботизованих комплексів і гнучких автоматизованих виробничих систем;
- дослідження оптимальних режимів функціонування виробничих процесів;
- обґрунтування методів та шляхів підвищення конкурентоспроможності машинобудівної продукції;
- розробка конструкцій та дослідження параметрів технологічного обладнання з паралельною кінематикою.

Теми кваліфікаційних робіт визначаються відповідними кафедрами. Здобувач має право вибору теми, а також може запропонувати свою тему з обґрунтуванням її актуальності.

3. Структура та зміст кваліфікаційної роботи

Незалежно від вибраної тематики, кваліфікаційна робота повинна мати чітко визначену структуру, повинна містити обов'язкові розділи, які є загальними і необхідними для правильного сприйняття виконаної роботи і розміщенні у певній послідовності.

Кваліфікаційні роботи виконуються у двох варіантах: як робота традиційної

тематики з розширеною науково-дослідною частиною, або як самостійна наукова праця оригінальної тематики, тому їх структура та зміст різняться.

3.1 Кваліфікаційна робота професійного спрямування

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи включає:

- титульний лист;
- завдання на проектування;
- відомість проекту;
- анотацію;
- зміст з вказівкою сторінок;
- вступ;
- основні частини пояснювальної записки (загальна, технологічна, конструкторська);
- науково-дослідна частина;
- організаційно-економічна частина;
- охорона праці;
- висновки та рекомендації;
- перелік джерел посилання;
- додатки.

Графічна частина містить 10+11 аркушів формату А1

- робоче креслення заготовки (0,5+1 арк.);
- порівняльний аналіз технологічного процесу (1 арк.);
- схеми механічної обробки (2+3 арк.);
- креслення затискного пристрою (1+2 арк.);
- креслення вимірювального пристрою (0,5+1 арк.);
- результати науково-дослідної частини (2+3 арк.);
- компоновка цеху та план ділянки (1 арк.);
- техніко-економічні показники (1 арк.).

Зміст розділів (частин) пояснювальної записки кваліфікаційної роботи:

1 Загальна частина

1.1 Характеристика вузла та деталей, обраних для проектування технологічних процесів

1.2 Вибір режиму роботи цеху і організація виробництва

1.3 Характеристика виробничої програми

1.4 Визначення типу виробництва

2 Технологічна частина

2.1 Аналіз технологічності вузла

2.2 Виявлення та вирішення складальних розмірних ланцюгів

2.3 Розробка маршруту складання вузла і вибір відповідного технологічного оснащення

2.4 Аналіз точності та технологічності деталей

2.5 Аналіз діючих технологічних процесів

2.6 Вибір заготовок та методів їх виготовлення

2.7 Вибір маршрутів обробки поверхонь

2.8 Розробка маршрутних технологічних процесів механічної обробки деталей.

2.9 Вибір технологічних баз

2.10 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх виконання

2.11 Вибір затискних пристроїв

2.12 Вибір різальних інструментів

2.13 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

2.14 Визначення припусків та операційних розмірів деталей

2.15 Визначення режимів різання

2.16 Технічне нормування операцій

3.Конструкторська частина

3.1 Розрахунок і розробка конструкції затискного пристрою

3.2 Розрахунок і розробка конструкції контрольно-вимірювального пристрою

- 3.3 Розрахунок і розробка конструкції спеціального різального інструмента
- 4 Дослідна частина
- 5 Економічна частина
- 6 Охорона праці

Зміст 4, 5 і 6 частин кваліфікаційної роботи встановлюють консультанти та керівник роботи.

Розділ графічного матеріалу може змінюватися залежно від змісту науково - дослідної частини кваліфікаційної роботи у межах рекомендованого об'єму згідно вказівок наукового керівника.

ВСТУП

Вступ включає актуальність теми, мету і завдання дослідження, об'єкт і предмет дослідження, практичне значення отриманих результатів, апробацію результатів дослідження. Обсяг вступу не повинен перевищувати 4 сторінки.

Актуальність теми. Шляхом критичного аналізу та порівняння з відомими вже підходами до розв'язання проблеми обґрунтовують актуальність та доцільність роботи для розвитку відповідної галузі науки. Якщо робота виконується у розрізі тематики наукових досліджень кафедри, коротко визначається зв'язок вибраного напрямку із планами організації, галузевими, державними планами та програмами, з обов'язковим зазначенням ролі автора у виконанні цих науково-дослідних завдань.

Мета і завдання дослідження. Мета – це кінцевий науковий результат, якого прагне досягти автор роботи у процесі власного дослідження. Завдання – це конкретні шляхи, засоби досягнення поставленої мети.

Практичне значення одержаних результатів. Потрібно висвітлити практичне застосування отриманих результатів або рекомендації щодо їх використання.

Апробація результатів та публікації. Якщо автор брав участь у наукових конференціях, семінарах із оголошенням результатів своєї роботи та має цьому підтвердження (опубліковані тези, статті або програму конференції за темою роботи) , то слід зазначити їх назву, рік та місце проведення, а також вказати

публікації і теми дослідження.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика вузла та деталей, обраних для проектування технологічних процесів

В цьому розділі ПЗ на основі матеріалів практики необхідно описати службове призначення складальної одиниці, тобто її основні задачі, які вирішуються нею в машині. При цьому слід детально проаналізувати умови роботи складальної одиниці та її основні характеристики (частоту обертання, крутний момент, потужність та ін.). По кожній задачі необхідно виявити виконавчі поверхні складальної одиниці і з'ясувати або встановити, якщо не задано на складальному кресленні, точність їх розташування (точність відстаней та відносних поворотів). Якщо складальне креслення не містить необхідних вимог точності, то їх необхідно встановити, виходячи із службового призначення складальної одиниці. Задачі повинні мати стислі, чіткі формулювання з використанням прийнятих технічних термінів.

Рекомендується в пояснювальній записці представляти ескіз вузла з усією необхідною для його характеристики інформацією, включаючи точність розташування замикаючих ланок по кожній поставленій задачі і вимоги до встановлення складальної одиниці в машину.

1.1.1 Характеристика деталей

При аналізі службового призначення деталі у вузлі необхідно сформулювати і виділити основні задачі, які вирішує деталь в складальній одиниці. Встановити основні і допоміжні складальні бази деталі, її виконавчі та вільні поверхні.

Якщо складальна одиниця відсутня, то вимоги точності деталі необхідно зіставити з типовими вимогами точності деталей відповідного класу.

Слід провести технологічний контроль робочого креслення деталі:

- 1) визначити правильність, однозначність, коректність, достатність заданих вимог точності, включаючи точність виконання вільних поверхонь.

Відкоригувати некоректно сформульовані вимоги точності. Особливу увагу слід приділити правильності та однозначності завдання вимог точності прихованих конструкторських баз. В цьому випадку при формулюванні вимоги та його відображенні на робочому кресленні деталі слід указати ті базові поверхні, які матеріалізують (представляють) ту або іншу приховану базу.

Для повздовжніх та інших розмірів необхідно однозначно указати напрямки осей системи координат, відносно якої проставлені розміри на кресленні деталі;

2) встановити спосіб постановки розмірів та його особливостей (дробинкою, ланцюгом, комбінованим способом);

3) визначити відповідність постановки вимог точності діючим стандартам;

4) встановити наявність додаткових технічних умов на виготовлення деталей (твердість, захисні покриття, місця маркування і перевірки твердості та ін.)

1.2 Вибір режиму роботи цеху і організація виробництва

Вибрати режим роботи цеху - це значить встановити змінність роботи та діючі річні фонди часу для обладнання, робочих місць без обладнання, робітників.

Механічні, механоскладальні цехи проектують, як правило, з розрахунку їх роботи в дві зміни. Виняток становлять унікальне обладнання, багатоцільові верстати, роботу яких розраховують виходячи з тризмінного режиму.

Враховуючи вибраний режим роботи, встановлюють дійсні річні фонди часу для різних категорій обладнання, робочих місць, робітників.

Інформацію про режим роботи необхідно представити в табл. 1.

Встановлюють форму організації виробництва в цеху (вузлова, технологічна, змішана) і аналізують її особливості.

Таблиця 1 - Дійсний річний фонд часу

Назва елементів виробництва	Змінність праці	Номінальний річний фонд часу F_n , год.	Коефіцієнт простою обладнання в ремонті η	Тривалість відпустки, днів	Дійсний річний фонд часу F_d , год.
Обладнання різних категорій складності					
Робочі місця без обладнання					
Робітники					

1.3 Характеристика виробничої програми

Характер, структура і зміст технологічного процесу, в цілому залежать від прийнятих організаційних форм роботи проектного цеху, які обумовлені величиною виробничої програми і змістом робіт, що виконуються на робочих місцях.

В якості характеристики виробничої програми, згідно з завданням на магістерську роботу, у розрахунково-пояснювальній записці здобувач повинен навести дані згідно табл.2, а також сформулювати у загальному вигляді організаційні форми виробництва у цеху та його дільницях.

Таблиця 2 - Подетальна річна програма цеху

Назва виробу	Маса одного виробу, кг	Річна програма випуску	
		штук	тон

1.4 Визначення типу виробництва

Тип виробництва при технологічному проектуванні обирають у відповідності до коефіцієнту закріплення операцій $K_{з.о.}$, який визначають за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (1)$$

де O - число різних операцій, що виконуються за базовим технологічним процесом (ТП) на дільниці протягом прийнятого календарного періоду;

P - число робочих місць, що забезпечують (за трудомісткістю) виконання операцій базового ТП при заданій програмі випуску деталей.

Стандарти та навчальна література [12, 13] рекомендують певну відповідність (табл. 3) між значенням, $K_{3.0}$ та типом виробництва. Розрахунок типу виробництва виконують на комп'ютері за програмою «ТИП», а в ПЗ наводять роздруківку їх результатів.

Таблиця 3 - Значення нормативних коефіцієнтів $K_{3.0}$

Тип виробництва	Значення $K_{3.0}$	Коефіцієнт використання обладнання	
		$\eta_{3.0}$	$\eta_{3.0}(\text{сер.})$
Масовий	0,1...1	0,65...0,75	0,7
Багатосерійний	1...10	0,65...0,75	0,7
Серійний	10...20	0,75...0,85	0,8
Дрібносерійний	20...40	0,8...0,9	0,85

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності вузла

Відпрацювання конструкції вузла на технологічність дозволяє створювати надійні, та порівняно дешеві конструкції. Така робота спрямована на зменшення трудомісткості та витрат матеріалів при виготовленні деталей виробу, при його складанні, на покращення ремонтпридатності та зменшення експлуатаційних витрат у користувача. Опираючись на відомі [71] методичні положення, автор кваліфікаційної магістерської роботи мусить проаналізувати раціональне використання всіх можливих факторів, що покращують вищезгадані показники, виявити недоліки конструкції та запропонувати пропозиції по її покращенню.

2.2 Виявлення та рішення складальних та технологічних розмірних ланцюгів

Виявлення та рішення складальних та технологічних розмірних ланцюгів - це складна інженерна математично - технологічна задача, яка спрямована на досягнення необхідної точності виготовлення деталі, спрощення складання та підвищення надійності функціонування вузла. Вона вирішується як графічними, так і аналітичними методами на основі теорії розмірних ланцюгів та математичної статистики. За завданням керівника кваліфікаційної роботи здобувач вирішує той

чи інший технологічний або складальний розмірний ланцюг, використовуючи рекомендації, наведені в ряді методичних посібників та монографій [41, 52,60].

2.3 Розробка маршруту складання вузла та вибір відповідного технологічного оснащення

Центральне місце в розробці технологічного процесу складання вузла має структурна складальна схема, яка визначає послідовність його складання. Таку схему, а також конструкції окремих оригінальних складальних пристроїв, за узгодженням з керівником, рекомендується включати в графічну частину кваліфікаційної роботи. Особливу увагу слід звернути на обладнання та оснащення, що забезпечує механізацію чи автоматизацію виконання складальних операцій. Кваліфікаційні роботи, що присвячені розробці механо-складальних цехів та дільниць, повинні включати регламент технологічного процесу складання вузла. При розробці маршруту складання вузла та виборі відповідного технологічного оснащення слід використовувати відповідну літературу [8,41].

2.4 Аналіз точності та технологічності деталі

Відпрацювання деталі на технологічність виконують у відповідності з ГОСТ 14.201-83 «Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия».

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки здобувач повинен дати якісну оцінку технологічності конструкції заданої деталі (деталей).

Технологічність деталі повинна бути оцінена у відповідності до встановленого (вибраного) типу виробництва. Аналіз технологічності зводиться до виявлення нетехнологічних конструктивних елементів деталі. При цьому рекомендується нетехнологічні конструктивні елементи показувати окремими рисунками з рекомендаціями по їх змінам.

В цьому розділі необхідно проаналізувати технічні умови на виготовлення деталі. По оброблюваних поверхнях привести вимоги по точності розмірів та форми і проаналізувати відповідність заданих квалітетів точності та шорсткості. Необхідно також проаналізувати однозначність заданих параметрів та

відповідність їх державним стандартам. В разі необхідності запропонувати керівнику проекту відповідні корективи.

Для систематизації аналізу виконують ескізи заданих деталей з нумерацією основних поверхонь (елементів) і складають таблицю вимог точності (табл. 4).

З аналізу визначають найбільш важливі для службового призначення деталі поверхні, їх взаємні розмірні зв'язки та ін.

Таблиця 4 - Параметри точності поверхонь деталі

Позначення поверхні	Назва поверхні згідно ГОСТ	Розмір з відхиленнями, що заданий на кресленні	Точність поверхні (квалітет)	Точність		Шорсткість, Ra, мкм
				відносного розміщення поверхонь	геомет ричної форми	
1	2	3	4	5	6	7

2.5 Аналіз діючих технологічних процесів

На основі ґрунтовного вивчення діючих технологічних процесів в цьому розділі слід проаналізувати зміст кожної технологічної операції, вибір базових поверхонь, способів базування та закріплення деталі на кожній операції. Вивчити та проаналізувати діючу технологію на предмет відповідності принципам постійності та єдності (суміщення) баз. Вивчити розподіл припусків в діючому технологічному процесі по окремих поверхнях. Сформулювати свої пропозиції щодо обробки найбільш точних поверхонь та в цілому по удосконаленню технології обробки деталі, які пропонується покласти в основу виконуваного проекту.

2.6 Вибір заготовки та методу її виготовлення

2.6.1 Аналіз матеріалу деталі

При аналізі матеріалу деталі необхідно в таблицях 5,6 відобразити наступне:

- хімічний склад матеріалу деталей;

- механічні властивості матеріалу деталей;
- відомості про термічну, хіміко-термічну обробку деталей та чим ця обробка викликана;
- відомості про оброблюваність матеріалу деталей лезовим і абразивним інструментами;
- вимоги до матеріалу деталей, виходячи з умов їх експлуатації (корозійна стійкість, зносостійкість, довговічність)

Таблиця 5 - Хімічний склад матеріалу деталі

Марка матеріалу	Вміст елементів, %					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Інші елементи

Таблиця 6 - Фізичні та механічні властивості матеріалу

Марка матеріалу	σ_{Γ} , МПа	$\sigma_{\text{В}}$, МПа	Твердість, не більше
	не менше		

В цьому підрозділі необхідно навести характеристику термічного стану заготовки, яка буде направлена на механічну обробку, перелік основних механічних властивостей (σ_B , HB, HRC) матеріалу заготовки в стані поставки, а також після її термообробки, якщо вона застосовується в процесі виготовлення деталі.

2.6.2 Вибір методу виготовлення заготовки

При виборі заготовки необхідно приділяти особливу увагу найбільш точним, маловідходним та енергозберігаючим технологіям виготовлення [4,9,13,57,65]. Питання вибору способу виготовлення заготовки вирішується з урахуванням конструкції, матеріалу деталі, річної програми випуску та технологічних можливостей конкретного виробництва.

Вибір способу виготовлення заготовки рекомендується проводити на основі

критичної оцінки групи подібних методів, які принципово можуть бути застосовані для виготовлення заданої деталі, та техніко-економічної оцінки не менше двох конкуруючих методів з числа найбільш перспективних.

Методика орієнтовної техніко-економічної оцінки способу виготовлення заготовки наведена в [9,13].

В кінці цього підрозділу необхідно навести ескіз вибраної заготовки з позначенням її розмірів поверхонь та допусків на них.

2.7 Вибір маршрутів обробки поверхонь

Сучасна теорія технології машинобудування представляє побудову раціонального технологічного процесу виготовлення деталі як спрямований пошук з використанням багатьох конструктивних, функціональних, економічних особливостей та обмежень, а також умов діючого виробництва. На більшість цих особливостей великий вплив має підмножина маршрутів обробки окремих поверхонь деталі. Таку підмножину маршрутів можна визначити, виходячи з необхідної точності та шорсткості оброблюваних поверхонь деталей та точності заготовки, на підставі особливостей копіювання похибок [6,31] з урахуванням типових маршрутів обробки поверхонь і таблиць економічної точності різних методів обробки.

Побудова маршруту обробки проводиться по кожній поверхні, яка підлягає неодноразовій механічній обробці, в такій послідовності:

- 1) всі поверхні, які позначені на ескізі деталі і які підлягають неодноразовій обробці, заносять до граф 1-4 табл. 7 з їх параметрами: допуск і шорсткість по кресленню, допуск на заготовку по поверхні;
- 2) розраховують і заносять до гр. 5 табл.7 загальне уточнення $\varepsilon_{\text{заг}}$

$$\varepsilon_{\text{заг}} = \frac{\delta_z}{\delta_{\text{дет}}}, \quad (2)$$

де δ_z - допуск на розмір поверхні заготовки, яка підлягає неодноразовій механічній обробці;

дет - допуск на розмір тієї ж поверхні після її обробки;

3) використовуючи типові маршрути обробки поверхонь [8,36, 38,67,68] і керуючись вимогами креслення, вибирають не менше двох можливих маршрутів обробки кожної поверхні, визначаючи при цьому і метод її кінцевої обробки. Зміст маршрутів заносять до гр. 6-7, таблиці 7;

4) в усіх випадках достатність і економічну доцільність вибору того чи іншого маршруту обробки поверхні рекомендується перевіряти за умовою:

$$\varepsilon_{\phi} \geq \varepsilon_{\text{заг}} \quad (3)$$

$$\varepsilon_{\phi} = \prod_{i=1}^m \varepsilon_i = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdots \varepsilon_m \quad (4)$$

де m - число переходів обробки поверхні деталі;

ε_i - часткове уточнення, яке визначається за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{\delta_{i-1}}{\delta_i} \quad (5)$$

де δ_{i-1} , δ_i - допуски на розміри поверхні, одержані відповідно при її попередній і наступній обробці, які вибираються з таблиць економічної точності [4,27,65];

5) згідно до умови (3) приймають той чи інший маршрут обробки кожної поверхні, яка підлягає неодноразовій обробці.

З усіх можливих варіантів маршрутів обробки перевагу слід надавати тим варіантам, які при відповідності до нерівності (3) ближче відповідають умові:

$$\varepsilon_{\phi} = \varepsilon_{\text{заг}} \quad (6)$$

Результати розрахунків заносять до гр. 8,9 табл.7

2.8 Розробка маршрутних технологічних процесів механічної обробки деталей

Маршрут обробки деталі будують з урахуванням обраних маршрутів обробки окремих поверхонь, типу виробництва, технологічних можливостей вибраних металорізальних верстатів, технічних вимог та розмірних зав'язків на креслені деталі [8,36, 38,67,68].

Його зміст приводиться як послідовність назв технологічних операцій із зазначенням вибраних металорізальних верстатів та короткий зміст технологічних переходів. До маршруту обов'язково включають необхідні слюсарні, термічні, миючі та контрольні операції.

2.9 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз розпочинають з чорнової бази - бази, що використовується на першій операції технологічного процесу, призначення якої забезпечити одержання технологічних баз для наступних операцій.

При виборі технологічних баз на наступних операціях необхідно керуватися принципами суміщення технологічних і вимірювальних (конструкторських) баз та постійності баз. При вимушеній зміні баз необхідно послідовно переходити від менш точної базової поверхні до більш точної.<

Якщо згідно до розробленого маршруту обробки задана точність не витримується, то необхідно побудувати розмірну схему операції, знайти очікувану похибку базування для параметра, що цікавить, і порівняти її із заданою точністю цього параметра за кресленням.

Таблиця 7 – Технологічні методи обробки поверхонь деталі

Позначення поверхні	Допуск на поверхню згідно до креслення, мм	Шорсткість поверхні, мкм	Допуск на поверхню в заготовці, мм	Загальне уточнення, ε_3	Можливі технологічні маршрути обробки поверхні деталі		Економічні допуски на проміжні методи обробки	Часткові коефіцієнти уточнення, ε_i	Фактичне уточнення, $\varepsilon_\Phi = \prod_{i=1}^m \varepsilon_i$
					номер маршруту	зміст маршруту			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,08	2,5	2	25	1	1. Чорнове точіння	0,628	3,18	24,93
						2. Чистове точіння	0,14	4,48	
						3. Шліфування	0,08	1,75	
					2	1. Чорнове точіння	0,74	2,7	28,47
						2. Чистове точіння	0,200	3,7	
						3. Тонке точіння	0,07	2,85	
2	0,36	12,5	2	5,55	1	1. Фрезерування напівчистове	0,300	6,66	6,66
3									

Необхідно пам'ятати, що кожна зміна технологічних баз призводить до зниження точності обробки деталі, збільшенню припусків на механічну обробку, виключає можливість використання однакових конструкцій верстатних пристроїв, а тому потребує її обґрунтування.

При розробці схем базування умовні позначення баз необхідно показувати у відповідності до ГОСТ 21495-76 «Базы и базирование в машиностроении».

Прийняті теоретичні схеми базування по операціях ТП слід подати в таблиці 8.

2.10 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх виконання

У відповідності до розробленого маршрутного технологічного процесу обробки деталі, маршрутів обробки окремих поверхонь та аналізу постановки розмірів з урахуванням технічних вимог до окремих поверхонь, розробляється структура та зміст кожної операції із зазначенням її номера та найменування [8,36,38,67,68]. Операції приводяться у послідовності їх виконання. Зміст операцій показується графічно у вигляді операційного ескізу з обов'язковою постановкою розмірів, допусків та шорсткості поверхонь, які забезпечуються даною операцією. Структуру та зміст технологічних операцій подають у вигляді таблиці 8.

Тип та модель металорізальних верстатів, що вибрані для виконання ТП, визначають відповідно обраному методу обробки поверхонь, їх точності та типу виробництва, враховуючи розміри заготовки. Моделі верстатів та їх технічні характеристики вибирають з каталогів або довідників [32, 33, 65]. Стислу технічну характеристику верстатів рекомендується зводити до табл.9.

2.11 Вибір затискних верстатних пристроїв

Тип та конструктивні особливості затискних пристроїв для виконання кожної технологічної операції визначають з урахуванням обраної теоретичної схеми базування деталі та типу виробництва. Стислі технічні характеристики затискних

пристроїв наведені в [1,4,10,14,65]. Відомості про обрані затискні пристрої заносять до табл. 10

Таблиця 8 – Структура та зміст технологічних операцій

Номер та найменування операції, модель верстата	
Ескіз обробки зі схемою базування деталі	Зміст операції
1	2
010 .Токарна з ЧПК. Верстат: токарний з ЧПК HAAS TL1	
Установ А Перехід 01,02	01. Установити і закріпити деталь; 02. Підрізати торець, витримуючи розмір 1;
Перехід 03	03. Центрувати торець, витримуючи розміри 2,3,4,5,6 і вимогу 7.

Таблиця 9 - Металорізальне обладнання для обробки деталей (назва деталі)

Номер операції	Назва та модель верстата	Стисла характеристика				Розмірна характеристика		
		Діапазон частот обертання шпинделя $n, \text{хв}^{-1}$	Діапазон подач		Сумарна потужність електродвигуна $N, \text{кВт}$	Габаритні розміри верстата $L \times B \times H, \text{мм}$	Число УРЕ	Максимальні розміри оброблюваної деталі, мм
			$S_o, \text{мм/об}$	$S_{\text{хв}}, \text{мм/хв.}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								10
								11

Таблиця 10 – Затискні верстатні пристрої для деталей (назва деталі)

Номер операції	Найменування пристроїв	Код або ГОСТ	Вид приводу	Стисла характеристика
1	2	3	4	5

Таблиця 11- Різальний інструмент для механічної обробки деталі (назва деталі)

Но мер опера ції	Номер переходу чи позиції	Найменуван ня інструменту	Код	ГОСТ	Різальна частина		Кіль- кість
					матеріал	ГОСТ	
1	2	3	4	5	6	7	8

2.12 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

Засоби технічного контролю технологічних операцій обирають з урахуванням точності вимірювання, розміру та якості вимірювальної поверхні та типу виробництва. Відомості про засоби технічного контролю вибирають в спеціальній літературі [4,24,25,29,65], приводять у вигляді таблиці 12.

Таблиця 12 - Вимірювальний інструмент та контрольні пристрої для деталі (назва деталі)

Номер операції	Номер переходу	Параметр деталі, що контролюється	Найменування інструменту або пристрою	Код	ГОСТ
1	2	3	4	5	6

2.12 Визначення припусків та операційних розмірів деталей

Аналітичне визначення припусків здійснюється для однієї-двох з найбільш точних поверхонь (за вказівкою керівника). На вибрану поверхню будується схема розміщення припусків та міжопераційних розмірів. Методика розрахунку припусків наведена в [13,55,65,66,67,69].

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідниковими таблицями. Вибрані величини припусків слід подати у вигляді таблиці 13.

Таблиця 13 - Припуски на обробку деталі

Номер поверх ні	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск Z_{min} , мм	Технологіч ний допуск, мм	Операційні розміри
1	2	3	4	5	6

2.12 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання здійснюється для однієї-двох технологічних операцій (за вказівкою керівника). Методика розрахунку режимів різання для основних видів механічної обробки приведена в [13, 31,36,42,43,65,66]. На решту операцій елементи режимів різання визначаються за нормативними документами (довідниками або виробничими нормативами). Визначені величини елементів режимів різання заносять до таблиці 14.

Таблиця 14 - Режими різання для механічної обробки деталі

Номер			t , мм	S_o , мм/об ($S_{хв}$, мм/хв.)	V , м/хв. (м/с)	n , хв. ⁻¹	$L_{р.х.}$, мм	T_0 , хв.
опера ції	позиції	перехо ду						
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.13 Технічне нормування операцій

На одну технологічну операцію методика розрахунку норми часу в записці викладається детально. На решту технологічних операцій приводяться тільки результати нормування, проведені згідно відомих рекомендацій [18] з використанням таблиць, довідників або виробничих нормативних документів з урахуванням типу виробництва [13,20,44,45,63,66,70]. Результати вибору та розрахунків заносять до таблиці 15.

Таблиця 15 - Результати технічного нормування операцій

Номер операції	То, хв.	Т _д , хв.	Т _{оп} , хв.	Т _{обсл.}		Т _{відп} , хв.	Т _{шт} , хв.	$\frac{T_{п-з}}{N}$, хв.	Т _{шт-к} , хв.
				Т _{т.о.} , хв.	Т _{о.о.} , хв.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розробка і розрахунок конструкції затискного пристрою

3.1.1 Опис конструкції пристрою та його роботи

У цьому розділі необхідно навести детальний опис будови і роботи затискного пристрою. В пояснювальній записці виконується спрощене креслення (схему чи загальний вид) розробленого пристрою з позначенням основних його частин. Опис конструкції пристрою потрібно виконувати з посиланням на позиції вищезгаданого креслення.

3.1.2 Розробка схеми базування деталі, визначення похибки базування

При автоматичному отриманні потрібної точності обробки деталі на налагоджених верстатах кожна заготовка оброблюваної партії повинна займати по відношенню до установочних елементів затискного пристрою одне і теж положення.

Ця задача вирішується шляхом раціонального базування заготовок, яке необхідно виконувати з урахуванням таких обставин:

кількості і характеру вимог точності до виконуваної операції;

принципу суміщення технологічних і вимірювальних (конструкторських) баз оброблюваної деталі;

рекомендацій існуючого стандарту ГОСТ 21495-76 “Базирование и базы в машиностроении”.

Базування - надання необхідного положення деталі в системі координат верстату, яке необхідне для виконання даної операції.

Визначення похибки базування деталі

У разі неможливості суміщення технологічних і вимірювальних (конструкторських) баз для безпосереднього виконання заданої вимоги, необхідно визначити можливу похибку базування і порівняти її з допуском (вимогою) на отримуваний розмір. Якщо похибка базування буде меншою за допуск, то таку схему можна прийняти. Якщо ж похибка базування буде більшою ніж допуск (вимога), то потрібно змінити схему базування, або збільшити допуск (якщо це можливо).

Похибка базування - відхилення фактично досягнутого положення заготовки чи виробу при базуванні від необхідного [66].

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

Метою розрахунку пристрою на точність є визначення необхідної точності його виготовлення за вибраними параметрами, до яких відносяться:

- а) допуски на координуючі розміри, що задані від баз чи базових поверхонь;
- б) допуски взаємного розміщення (непаралельності або не перпендикулярності тощо) баз або базових поверхонь затискного пристрою.

Точність виготовлення пристрою, а саме тих його елементів, які впливають на точність оброблюваного розміру може бути оцінена величиною допуску, який визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T_A - k_m \cdot \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + (k_{m2} \cdot \omega_{\text{т.о.}})^2}, \quad (7)$$

де T_A - допуск на виконуваний розмір;

k_m - коефіцієнт, що враховує відхилення розкиду значень складових величин від закону нормального розподілу ($k_m = 0,9-1,2$);

k_{m1} - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налаштованому обладнанні ($k_{m1} = 0,8 - 0,85$);

ε_6 - похибка базування деталі;

ε_z - похибка закріплення деталі [26, с.16-19];

K_{m2} - коефіцієнт, що враховує долю похибки обробки в сумарній похибці, що є наслідком факторів, які не залежать від пристрою ($K_{m2}=0,6 - 0,8$);

$\omega_{то}$ - середня економічна точність обробки (визначається по таблицям допустимих похибок для даного методу обробки) [65, т.1, с.8-12];

При використанні механізованих затискних пристроїв, що забезпечують надійність сили затиску похибка закріплення деталі наближається до нуля, оскільки вона може бути компенсована налагодженням верстатної системи.

3.1.4 Розрахунок сили затиску деталі

Для виконання цих розрахунків складають розрахункову схему із зображенням деталі в тій кількості проекцій, що необхідно для розміщення всіх діючих сил. Наносять вісі координат так, щоб сили проектувалися на них просто. За початок координат рекомендується вибирати точку, навколо якої може статися зміщення чи поворот заготовки. На проекціях заготовки наносять сили різання та їх складові, а також силу затиску. Опорні точки умовно відкидають і замінюють їх реакціями. Між затискним елементом, а також між заготовкою і опорами вказують сили тертя.

Схема закріплення деталі розробляється з урахуванням таких обставин:

Задля недопущення порушення положення деталі на опорах при дії сили затиску (тобто непередбаченої зміни баз) необхідно, щоб сила затиску була направлена перпендикулярно установлювальній базі деталі і при можливості проходила через центр ваги трикутника, утвореного трьома точками цієї бази.

З метою зменшення деформації деталі під дією сили затиску, коли установча база деталі при базуванні не використовується, або коли поверхня, протилежна установчій базі обробляється, силу затиску необхідно прикласти в іншому місці, але обов'язково навпроти опор затискного пристрою.

Після розробки розрахункової схеми, складають і розв'язують рівняння рівноваги заготовки під дією всіх сил. Кількість рівнянь повинна дорівнювати кількості невідомих сил.

При цьому в систему рівнянь необхідно також включити рівняння виду:

$$F = N(W) \cdot f, \quad (8)$$

де F - сила тертя між затискним елементом і заготовкою, або між заготовкою і її опорою;

W - сила затиску заготовки, або реакція опори - N ;

f - коефіцієнт тертя ковзання, вибирають з таблиць [2, 73].

Визначену розв'язанням рівнянь силу затиску необхідно збільшити на коефіцієнт запасу сили ($K = 1,5 - 2,5$).

Приклади визначення необхідної сили затиску розглянуто в літературних джерелах [1,66, 73].

3.1.5 Вибір параметрів силового приводу та його розрахунок

При виконанні операцій, які не потребують обертання заготовки під час її обробки в якості силових приводів використовують стаціонарні пневматичні чи гідравлічні поршневі, діафрагмові та інші приводи [1, 14, 66,73].

При необхідності обертання пристрою із заготовкою під час виконання операції використовують поршневі пневмоприводи, які обертаються разом зі шпинделем верстата або інерційні патрони, в яких для затиску деталі використовуються відцентрові сили [1,14,66,73]

Для приводу з гвинтовими, кулачковими, зубчато-рейковими та ексцентриковими затискними механізмами доцільно використовувати лопатеві, неповноповоротні пневматичні приводи [1,14,66,73].

3.1.6. Розрахунок на міцність слабких елементів пристрою

В цьому пункті необхідно визначити слабкі ланки, і у відповідності до характеру навантаження на ці ланки розрахувати їх на міцність за відповідними формулами [61]. Розрахунок виконують для одного чи двох (за вказівкою викладача) найбільш навантажених елементів затискного пристрою.

3.1.7. Розробка креслення конструкції затискного пристрою

Складальне креслення пристрою необхідно виконувати у двох-трьох проекціях з необхідними місцевими видами, розрізами, перерізами, які мають розкривати конструкцію кожної деталі. На усіх проекціях слід зображати тонкими лініями заготовку уявляючи її прозорою у такому вигляді, який вона має після виконання операції.

Рекомендується така послідовність побудови складального креслення: спочатку нанести контури заготовки на всіх проекціях і інструмент, потім навколо контуру заготовки - установлювальні елементи які об'єднує контур корпусу пристрою. Потім до цього корпусу приєднуються (чи розміщуються в корпусі) силові механізми та інші елементи.

В останню чергу нанести контури та окремі елементи корпусу і остаточно оформити креслення. На кресленні необхідно проставити такі розміри:

- габаритні і розміри поверхонь, якими пристрій приєднується до верстата;
- посадки спряжень (наприклад поршня у циліндр, штока в напрямну втулку і т. д.);
- розміри з допусками, які характеризують точність взаємного розміщення тих елементів пристрою, від яких залежить точність виконуваної операції (наприклад у кондукторах такими розмірами є міжцентрова відстань між осями кондукторних втулок, у фрезерних пристроях - відстань від робочих поверхонь установка, до відповідних опор і т.д.). Допуски цих розмірів мають бути у 2-3 рази меншими ніж допуски відповідних вимог точності, які забезпечуються на даній операції, але не більшими як 0,1 мм;
- діаметри отворів кондукторних втулок під різальний інструмент. Якщо використовуються швидкозмінні втулки, то треба вказати розміри всіх кондукторних втулок;
- допуски на взаємну непаралельність, неперпендикулярність,

неспіввісність, несиметричність, неплщинність опорних поверхонь.

До креслення необхідно прикласти специфікацію, до якої внести усі деталі, крім заготовки, інструмента, щупа, деталей верстата, якщо вони зображені на кресленні.

3.2 Розробка і розрахунок конструкції контрольного пристрою

Опис конструкції потрібно починати зі слів: контрольний пристрій призначений для контролю (вказати параметр)...

На відміну від опису конструкції затискного пристрою у даному разі окрім переліку і опису конструкції корпусу, установчих елементів, затискного механізму (якщо він є), треба вказати тип вибраного вимірювального засобу, як він встановлюється або кріпиться на корпусі, [25] і як ним користуватись.

В описі роботи пристрою треба пояснити як саме встановлюється контрольована деталь, як підводиться і відводиться від деталі стрижень або інший контактний елемент вимірювального засобу, і оцінити отриманий результат виміру.

Потім оцінюються складові похибки вимірювання та перевіряється працездатність контрольного пристрою. Основна умова працездатності пристрою, що проектується, вимагає аби сумарна похибка вимірювання за допомогою пристрою була не більшою за допустиму:

$$\Delta_{\Sigma\text{вим}} \leq [\Delta]_{\text{вим}}, \quad (9)$$

Значення $[\Delta]_{\text{вим}}$ визначають з табл. 16, а значення $\Delta_{\Sigma\text{вим}}$ необхідно розрахувати за результатами аналізу її складових за формулою:

$$\Delta_{\Sigma\text{вим}} = \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_{\text{ВД}}^2 + \Delta_{\text{ПП}}^2 + \Delta_{\text{ВП}}^2 + \Delta_{\text{Від}}^2 + \Delta_{\text{ВГ}}^2 + \Delta_{\text{ВВЗ}}^2}, \quad (10)$$

де Δ_6 - похибка базування деталі;

$\Delta_{\text{ВД}}$ - похибка встановлення деталі [25, табл. 3];

$\Delta_{\text{ПП}}$ - похибка передавальних пристроїв [25, табл. 4];

$\Delta_{ВП}$ - похибки важільних передач, що викликані зазорами в рухомих з'єднаннях [25, табл. 5];

$\Delta_{Від}$ - похибка відліку (0,2], де] - ціна поділки вимірювальної головки);

$\Delta_{ВГ}$ - похибка вимірювальної головки [25, табл. 7];

$\Delta_{ВВЗ}$ - похибка встановлення вимірювального засобу.

Таблиця 16 - Граничні допустимі похибки вимірювання $[\Delta]_{\text{вим}}$ для допуску IT_L , мкм

IT_L	$[\Delta]_{\text{вим}}$	IT_L	$[\Delta]_{\text{вим}}$	IT_L	$[\Delta]_{\text{вим}}$	IT_L	$[\Delta]_{\text{вим}}$	IT_L	$[\Delta]_{\text{вим}}$
1,5	0,5	11	3,5	21	5,0	31	7,0	41	8,0
2,0	0,7	12	3,5	22	5,5	32	7,0	42	8,5
3,0	1,0	13	3,5	23	5,5	33	7,0	43	8,5
4,0	1,5	14	3,5	24	6,0	34	7,5	44	9,0
5,0	2,0	15	4,0	25	6,0	35	7,5	45	9,0
6,0	2,0	16	4,0	26	6,0	36	7,5	46	9,0
7,0	2,5	17	4,0	27	6,5	37	7,5	47	9,5
8,0	3,0	18	4,5	28	6,5	38	7,5	48	9,5
9,0	3,0	19	5,0	29	7,0	39	8,0	49	10,0
10,0	3,0	20	5,0	30	7,0	40	8,0	50	12,0

У разі відсутності у таблиці необхідного значення необхідно приймати цю величину у розмірі $0,25T_A$.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1975. - 656 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. - М.: Машиностроение, 1978.
3. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 2005 - 736с.
4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 464с.
5. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1969-556с.
6. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения: В.кн.2. - М.: Машиностроение, 1982.
7. Барташов Л.В. Техничко-зкономические расчеты при проектировании и производстве машин. - М.: Машиностроение, 1973 - 324с.
8. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1973 - 448с.
9. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. - Львів: Світ, 1996 - 368 с.
10. Болотин Х.Л., Костромин Ф.В. Станочные приспособления. М.: Машиностроение, 1983 - 344с.
11. Бурцев А.М., Васильев А.С., Дальский А.М. Основы технологии машиностроения. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.
12. Великанов К.М. и др. Экономика и организация производства в дипломных проектах. - Л.: Машиностроение, 1973 - 285 с.
13. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М.: Висш. шк., 1984 -256 с.
14. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - М.: Машиностроение, 1979 - 303 с.
15. ГОСТ 31107-81. Условные обозначения опор зажимов и установочных

устройств.

16. ГОСТ 21495-76. Базы и базирование в машиностроении.

17.Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В.В. Бабука. - Минск: Вышэйша школа, 1979 - 464 с.

18.Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. - М.: Машгиз, 1962 -236 с.

19.Дунаев П.Ф., Лелихов О.П. Расчет допусков размеров. - М.: Машиностроение, 1981 -189 с.

20.Единьш тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Машиностроение, 1974 -125 с.

21.Економічні та організаційно-планові розрахунки при проектуванні механічного цеху. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту для студентів спеціальності «Прикладна механіка» / Укл. Журило І.В., Романюк Л.М. - Кіровоград, 2016 - 20 с.

22.Иващенко И.П. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации. - М.: Машиностроение, 1975 - 224 с..

23.Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машиностроение, 1984-272 с.

24.Каплунов Р.С. Точность контрольных приспособлений. - М.: Машиностроение, 1968-219 с.

25.Контрольно-вимірювальні пристрої. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентами денної та заочної форми навчання напрямку “Інженерна механіка” з профілюванням за спеціальністю “Технологія машинобудування”. / Укл. Мажара В.А. - Кіровоград: КНТУ, 2010.-70с.

26. КорсаковВ.С. Основы конструирования приспособлений. -М.:Машиностроение, 1983-277 с.

27.Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Капинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. - М.: Машиностроение, 1976 - 288 с.

28.Краткий справочник металлиста. / Под ред. Е.А.Скореходова. - М.:

Машиностроение, 1986-455 с.

29.Марков Н.Н. Вибір измерительних средств для лінійних измерений от 1 до 500 мм в зависимости от точности изготовления. - М.: НИИМАШ, 1965 - 56 с.

30.Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. Нормирование точности в машиностроении. -М.: Вьюш.шк.: Академия, 2001 - 335 с.

31.Матапин А.А. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1985 - 496 с.

32.Металлорежущие станки. Каталог-справочник. - М.: НИИМАШ, 1974- 134 с.

33.Металлорежущие станки с ЧПУ. Каталог. М.: НИИМАШ, 1987 - 120 с.

34.Методические указания к виконанню дипломного проекта по кафедре «Технология машиностроения» Сост. И.И. Павленко и др. - Кировоград: КИСМ, 1986-88 с.

35.Методичні указання до практичних робіт по курсу «Проектування механоскладальних цехів та діляниць» для студентів спеціальностей 8.090202 та 8.090203. / Укл. І.І.Павленко, А.І. Валявський, В.П.Короп. - Кіровоград, КДТУ, 2002 - 36с.

36.Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування. - Житомир: ЖДТУ, 2005 - 882 с.

37.Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1984 - 128 с.

38.Митрофанов С.Н. Групповая технология машиностроительного производства. - Л.: Машиностроение, 1983 - 240 с.

39.Мостальгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1990-288 с.

40.Мягков В.Д. и др. Допуски и посадки. Справочник в 2-х ч. - Л.: Машиностроение, 1976.

41. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. - М.: Машиностроение, 1980-400 с.

42.Обработка металлов резанием. Справочник технолога/ Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988 - 736 с.

- 43.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1973 - 455 с.
- 44.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках (массовое производство). - М.: Машиностроение, 1974 - 95 с.
- 45.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974-128 с.
- 46.Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування - Кіровоград: КИТУ, 2007. - 420 с.
- 47.Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. - Кіровоград: КНТУ, 2010. - 392 с.
- 48.Павленко І.І., Годунко М.О. Захватні пристрої роботів: Навчальний посібник. - Кіровоград: Лисенко В.В., 2014. - 368 с.
- 49.Павленко І.І. Промислові роботи та РТК: Монографія. - Кіровоград: Лисенко В.В., 2016.-492 с.
- 50.Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЗВМ. / Под ред. Таратинова О.В. - М.: Высшая школа, 1991 - 380 с.
- 51.Проектирование механических, сборочных цехов, цехов защитных покрытий. Т4 / Под общ. ред. Е.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение, 1975 - 296 с.
- 52.Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. - М.: Машиностроение, 1982 - 254 с.
- 53.Расчет экономической эффективности новой техники: Справочник / Под. ред. К.М. Великанова. - М.: Машиностроение, 1975 - 432 с.
54. Режимы резания металлов. Справочник технолога / Под. Ред. Ю.В. Барановского. М: Машиностроение, 1972-407 с.
- 55.Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на механічну обробку. Методичні вказівки для студентів напрямку 050502 «Інженерна механіка». / Підгаєцький М.М., Охремчук М.О., Кіровоград, КНТУ, 2010 - с. 45

56. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Учбовий посібник - К.гВища школа, 1993 - 293 с.
57. Руденко П.О. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - К.: Вища школа, 1997 - 247 с.
58. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. / Под ред. Нефедова Н.А., Осипова К.А. - М.: Машиностроение, 1984 - 288 с.
59. Семенченко И.И. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машгиз, 1963 - 956 с.
60. Солонин И.С., Солонин С.И. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. - М.: Машиностроение, 1980 - 110 с.
61. Соппротивление материалов / Под ред. акад. Писаренко Г.С. - К.: Вища школа, 1986. - 775с.
62. Справочник инструментальщика. / Под ред. Ординарцева И.А. - М.: Машиностроение, 1987 - 845 с.
63. Справочник нормировщика - машиностроителя. В 2-х т. Т.2. Техническое нормирование станочных работ. /Под общ. ред. Е.И. Стружестраха - М.: Машгиз, 1961 - 892 с.
64. Справочник по обработке металлов резанием. / Ф.Н.Абрамов, В.В.Коваленко, В.Е.Любимов и др. - К.: Техника, 1983 - 239 с.
65. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г.Косиловой, В.К.Мещерякова- М.: Машиностроение, 1985.
66. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання. / Укладачі: І.І.Павленко, А.М. Артюхов, М.М. Підгаєцький, М.О. Сторожук. - Кіровоград: КНТУ, 2016
67. Технология машиностроения: Учебник в 2-х т. / Под ред. А.М.Дальского. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.З.Баумана, 2001.
68. Технологія машино- та приладобудування / О.В. Якімов, В.І. Марчук, П.А. Лінчевський - Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2005 -710 с.
69. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина.

Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009 - 528 с.

70. Техническое нормирование труда в машиностроении. / З.З.Миллер. - М.: Машиностроение, 1973 - 457 с.

71. Технологичность конструкций изделий. Справочник. / Под общ. ред. Ю.Д. Амирова. - М.: Машиностроение, 1985 - 368 с.

72. Толченев Т.В. Техническое нормирование станочных и слесарных работ. - М.: Машгиз, 1974 -399 с.

73. Технологічна оснастка. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентами денної форми навчання напрямку “Інженерна механіка” з профілюванням за спеціальністю “Технологія машинобудування”./ Мажара В.А. - Кіровоград: КНТУ, 2009. - 44 с.

74.Чарнко Д.В. Основы выбора технологического процесса механической обработки деталей машин. - Львов, 1975 -319 с.

75.Чернин И.М. и др. Расчеты деталей машин. Справочное пособие. Изд.2-е пер. и доп. - Минск: Вышэйшая школа, 1978 - 400 с.

76.Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. - Львов, 1975 - 25 с.

Додаткова література

1. Аддер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. -М.:Наука 1976. - 279с.

2. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л. и др. Поиск новых идей - от азарения к технологии. - Ким., 1989.

3. Артобалеvский И.И. Теория механизмов и машин. -М.: Наука, 1975.

4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятности и ее инженерное приложение. - М.: Наука, 1988. - 386 с.

5. Волчекевич Л.Н., Ковалев М.П., Кузнецов М.М. Комплексная автоматизация производства. - М.: Машиностроение, 1983. - 437 с.

6. Гавриш А.П., Ямпольский Л.С. Гибкие робототехнические системы. - К.: Вища школа, 1989. -310 с.

7. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. - М.: Энергоиздат, 1982. -

8. 240 с.

9. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. - Л.: Энергоатомиздат, 1990. - 234 с.

10. Детали и механизмы роботов. Основы расчета, конструирования и технологии производства./ под ред. Самотокина Б.Б. - К.: Вища школа, 1990.

11. Джонс Дж. Методы проектирования. - М.: Мир, 1986.

12. Каменев А.Ф. Механические системы. Закономерности развития. - М.: Машиностроение, 1985.

13. Кинематика, динамика и точность механизмов. Справочник. / под ред. Крейнина Г.В. - М.: Машиностроение, 1984. - 585 с.

14. Коспок В.І., Спину Г.О., Ямпольский А.С. Робототехника. - К.: Вища школа, 1994. - 305 с.

15. Крижанівський В.А., Кузнєцов Ю.М., Валявський І.А., Склярів Р.А. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ./ Під ред. Ю.М. Кузнєцова. - Кіровоград, 2004. - 449 с.

16. Криськов О.Д., Пархоменко М.Д., Василенко І.Ф., Косматенко К.Є., Пархоменко Ю.М., Іваник І.М. Проектування керуючих програм для верстатів з ЧПК. Навчальний посібник з курсу «Проектування технологічних процесів для верстатів з ЧПК». Лабораторний практикум на базі програмного продукту КОМПАС - ЧПК. - 248 с.

17. Криськов О.Д., Петренко М.М. Основи комп'ютерної технології обґрунтування структури технологічних операцій та графічного моделювання. Навчальний посібник. Кіровоград: РВЛ КНТУ. - 2009. - 215 с.

18. Кузнєцов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем.- Київ.- Тернопіль, 1998. - 310 с.

19. Кузнєцов Ю.М. Методи создания новых технологических систем,- К. - КПИ, 1998. - 79 с.

20. Лойцянский Л.Н., Лурье А.И. Курс теоретической механики. т. 1,2. - М.: Наука, 1983. - 538 с.

21. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи по

кафедрі «Технологія машинобудування» (уклад І.І.Павленко та ін. - Кіровоград, КИТУ, 2010 - 20 с.)

22. Основи научных исследований: Учеб. для техн. вузов/ Под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова.-М.: Высш, ш.к., 1989.-400 с.

23. Паленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. - Кіровоград; КИТУ, 2007. - 420 с.

24. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси. - Кіровоград: КИТУ, 2010. - 390с.

25. Пальчевський Б.О. Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва. - Львів. Світ, 1994. - 205 с.

26. Петраков Ю.В. Теорія автоматичного управління в металообробці. - К.: Гнозис, 1999.-238 с.

27. Пирогов Г.С и др. Интенсификация инженерного творчества. - М.: Профиздат, 1989. - 182 с.

28. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1986.-425 с.

29. Робоча програма переддипломної практики по спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” Кіровоград., КДТУ., - 2002. - 19 с.

30. Соломенцев Ю.М. Технологические основы Г.П.С. - М.: Машиностроение, 1991.-390 с.

31. Степнов М.Н. Статистические'методи обработки результатов механических испнтаний: Справочник. - М.: Машиностроение, 1985. - 238 с.

32. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки. - Житомир: ЖІТІ, 2001. -612 с.

33. Федунець А.А. Методологія виконання наукового дослідження, написання, оформлення, захисту дисертації.-Кіровоград: ПВФ "Реклама", 2002. - 298 с.