

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДВНЗ «НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проекту з дисципліни
«Технологія обробки типових деталей»

для студентів спеціальності 6.050502 «Технологія машинобудування»

Дніпропетровськ
НГУ
2013

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей» для студентів спеціальності 6.050502 «Технологія машинобудування» / Упоряд.. С.Г. Пінковський, –Д.: ДВНЗ «НГУ», 2013.– 84 с.

Упорядник – С.Г. Пінковський, старш. викл.

Затверджено методичною комісією з напрямку «Інженерна механіка» (протокол № від) за поданням кафедри технології гірничого машинобудування (протокол №).

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри технології гірничого машинобудування, д-р техн. наук, проф. Р.П. Дідик

Зміст

Вступ.....	4
1. Рекомендації до виконання загальної частини курсової роботи	6
1.1 Вступ	6
1.2 Характеристика об'єкта виробництва	6
1.3 <u>Визначення</u> виробничої програми випуску деталей	7
2. Аналіз технологічності конструкції деталі	8
3. Вибір заготовки	11
3.1 Обґрунтування способу одержання заготовки.....	11
3.2 <u>Визначення</u> розмірів заготовки	15
3.3 Оформлення конструкторського документа на заготовку	22
4. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	23
4.1 Призначення методів обробки поверхонь	23
4.2 Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі	24
4.3 Оформлення зведеного технологічного документа	26
5. Призначення припусків і розрахунок міжопераційних розмірів	29
6. Детальна розробка операцій механічної обробки	30
6.1 Загальна характеристика операції	30
6.2 Деталізація змісту технологічної операції.....	31
6.3 Розрахунок режимів різання й машинного часу на виконання переходів ...	33
6.4 Розрахунок технічної норми часу	35
6.5 Оформлення технологічної документації	39
6.6 Проектування карти налагодження	44
7. Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки	73
8. Рекомендації для підготовки до захисту курсової роботи	76
Додаток А Завдання на курсовий проект	80
Додаток Б Графік виконання курсового проекту	81
Додаток В Титульний лист пояснювальної записки	82
Перелік посилань	83

Вступ

Курсовий проект (КП) виконується на завершальному етапі вивчення технологічних дисциплін за фахом 6.050502 «Технологія машинобудування» і має на меті розвиток практичних навичок і творчих здібностей інженера-механіка в процесі проектування технологічного процесу механічної обробки заданої деталі.

Склад КП визначається такою структурою:

- розрахунково–пояснювальна записка;
- графічна частина;
- комплект технологічної документації.

Розрахунково–пояснювальна записка складається з розділів, які передбачені завданням, і зокрема, включає текст, розрахунки, таблиці й ілюстрації, необхідні для розкриття змісту кожного розділу й обґрунтування прийнятих проектних рішень. Форму й спосіб подання інформації розроблювач вибирає самостійно, не порушуючи вимог ГОСТ 2.105–95 «Загальні вимоги до текстових документів».

Графічна частина курсової роботи включає робочі креслення деталі й заготовки, виконані відповідно до вимог стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД), карти налагоджень на дві – три технологічні операції механічної обробки (залежно від наявності креслення заготовки). Правила оформлення карт налагоджень визначаються внутрішніми стандартами навчального закладу й наведені в підрозділі 6.5 цього видання.

Комплект технологічної документації оформляється відповідно до вимог стандартів єдиної системи технологічної документації (ЕСТД), що наведені в [5], і включає:

- титульний аркуш за ГОСТ 3.1105–84;
- маршрутну карту технологічного процесу за ГОСТ 3.1118–82;
- операційну карту за ГОСТ 3.1404–86 і карту ескізів за ГОСТ 3.1105–84

на кожен операцію механічної обробки, що включені в технологічний маршрут виготовлення деталі.

Кожний розділ розрахунково–пояснювальної записки відображає певний етап проектування процесу механічної обробки заданої деталі. Розділи подаються в логічній послідовності, що характерна для технологічного проектування. Розділ може розбиватися на підрозділи, якщо етап включає одну чи кілька проектних процедур або складних операцій, які вимагають окремого висвітлення. У більшості випадків для висвітлення проектної процедури або операції досить обмежитися кількома абзацами тексту всередині відповідного розділу.

Розрахунково–пояснювальна записка КП повинна містити такі розділи:

Зміст.

- 1 Вступна частина.
- 2 Аналіз технологічності конструкції деталі.
- 3 Вибір заготовки.
- 4 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.
- 5 Розрахунок припусків на механічну обробку.
- 6 Детальна розробка технологічних операцій.

Перелік посилань.

Кожен розділ пояснювальної записки обов'язково висвітлює загально-прийнятю методику проектування, містить розрахунки, пояснення й остаточні дані, які ілюструють досягнення мети. Методичні вказівки до виконання окремих розділів КР та їх складових наведено нижче.

Увага 👉

Текст методичних рекомендацій, виділений курсивом, являє собою ілюстративний матеріал, що пояснює основні засади й методику виконання певного фрагмента пояснювальної записки, а не зразком для наслідування. Тому нумерація формул, таблиць, рисунків і посилання на них замінені на умовне позначення «X» зі збереженням структури.

Завданням на курсовий проект є робоче креслення деталі (РК) й відомості про річну програму випуску виробів в умовах серійного виробництва. Завдання реєструється викладачем й оформлюється спеціальним бланком (див. Додаток А) на першому занятті (консультації). Бажано реєструвати креслення деталі, технологічний процес виготовлення якої досліджувався на виробничій практиці.

Курсовий проект має бути виконаний відповідно до індивідуального завдання, з дотриманням вимог ЄСКД та ЄСТД і поданий до захисту в термін, передбачений графіком навчального процесу.

Для своєчасного виконання курсового проекту рекомендується дотримуватися графіка проектування, який наведений в Додатку Б.

Захист курсового проекту проводиться публічно, тобто студент доповідає ключові положення проекту і пропонує технологічний маршрут виготовлення деталі з демонстрацією графічної частини проекту, а потім відповідає на питання членів комісії, яка утворена із провідних викладачів кафедри ТГМ.

Порада 👉

Перш ніж розпочати виконання першого розділу курсового проекту, необхідно ретельно вивчити вимоги робочого креслення заданої деталі. Бажано, щоб до цього моменту креслення було оформлене, і в ньому були б виправлені всі помилки, які зазвичай трапляються в застарілих або навчальних РК.

Характерні помилки в робочих кресленнях деталей такі:

- не повністю заповнений основний напис;
- відсутній додатковий кутовий напис із позначенням документа;
- графічна інформація займає менше 75% площі аркуша;
- відсутні технічні вимоги (твердість, точність вільних розмірів т.т.ін.);
- застарілі позначення розрізів, перетинів, елементів збільшення;
- положення знаків параметра шорсткості не відповідає ГОСТ 2.309–79;
- позначення допусків розташування поверхонь не відповідають ГОСТу;
- не подані вимоги до точності гвинтових поверхонь (нарізок);
- відсутня таблиця параметрів зубчастого зчеплення, якщо воно є;
- подані застарілі дати реєстрації чинних стандартів.

Позначення документів курсового проекту має таку структуру:



1 Рекомендації з виконання загальної частини курсового проекту

1.1 Вступ

Даний підрозділ рекомендується виконувати на завершальному етапі роботи. Оскільки він повинен містити концентровану інформацію про мету роботи (розробку технологічного процесу механічної обробки деталі в певних організаційно-технічних умовах виробництва), способи досягнення мети (проекткування заготовки, обґрунтування маршруту виготовлення деталі, детальна розробка технологічних операцій, оформлення документації), аналіз результатів проектування (ефективність використання матеріалу, застосовуваного устаткування й технологічного оснащення).

Порада



Не прагніть переписати вступ до якої-небудь книги з технології машинобудування. Загальна характеристика проблеми бажана, але в обсязі одного абзацу. Інша інформація повинна стосуватися тільки даної роботи. Не забудьте відзначити вдалі технічні рішення.

1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Після ознайомлення з основним конструкторським документом (робочим кресленням деталі) треба виконати опис функціонального призначення деталі й основних її поверхонь, описати умови експлуатації; відзначити зв'язок з технічними вимогами креслення, що забезпечують відповідні властивості окремих поверхонь і деталі в цілому (твердість матеріалу, квалітет розмірів та якість поверхонь, точність взаємного розташування поверхонь і т. ін.).

Методичні рекомендації

При виконанні підрозділу необхідно керуватися інформацією, що напрацьована на виробничій практиці, використовувати базові знання, а при відсутності конкретної інформації – навіть технічну фантазію. Приклад опису характеристики об'єкту наведено нижче.

Деталь «Вал» входить до складу кінематичного ланцюга механізму перемикач-ня передач коробки швидкостей трактора ЮМЗ–бкл. Деталь розміщена в закритому корпусі й працює в умовах інтенсивного змащення при температурі 60 – 80 °С. Вал періодично навантажується незначним знакозмінним крутним моментом.

Основними конструкторськими базами деталі є циліндричні поверхні діаметрами 17,5a11 та 24d11 мм, а також правий торець. Вони визначають точність встановлення вала в розточках стінок коробки швидкостей, що відображено на робочому кресленні підвищеними вимогами до співвісності цих поверхонь.

Найбільш відповідальною поверхнею вала є циліндрична поверхня діаметром 17,5a11 мм. Вона працює як підшипник ковзання, тому повинна мати підвищену зносостійкість, мінімальний параметр шорсткості. Зносостійкість забезпечується поверхневою твердістю 37HRC. Така твердість досягається відповідною термічною обробкою вуглецевої сталі. Об'ємна твердість деталі повинна бути в межах 22–25 HRC. Таке значення має вуглецева сталь у стані поставки.

Виходячи з вищесказаного, робимо висновок, що матеріалом для виготовлення даної деталі може бути конструкційна вуглецева якісна сталь, виготовлена за ГОСТ 1050. Конструкторським документом передбачається Сталь 45. Цей матеріал добре обробляється різанням і використовується для виготовлення колінчатих і розподільних валів, шестерень, шпинделів та інших деталей, потрібна які вимагають підвищеної міцності.

Хімічний склад даного матеріалу наведений у таблиці x.x, а механічні властивості в таблиці x.x.

Порада

Інформація про матеріал, його механічні й технологічні властивості, види поставки міститься у відповідній довідковій літературі. Наприклад, про властивості сталей і сплавів в [6], про чавун та інші матеріали – в [7].

1.3 Визначення виробничої програми випуску деталей

Виробнича програма випуску деталей розраховується на початковому етапі проектування технологічного процесу в залежності від річної потреби виробів і запасних частин за формулою:

$$N = N_b \cdot q \cdot \left(1 + \frac{h}{100}\right), \text{ (шт. / рік)} \quad (1.1)$$

де N_b – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – відсоток деталей, призначених на запасні частини (1 – 3%).

Загальноприйнятим комплексним критерієм при розробці й аналізі технологічного процесу є така класифікаційна категорія, як тип виробництва. Попереднє визначення типу виробництва ґрунтується на взаємозв'язку між річною програмою випуску деталі і її масою (дуже приблизно), з урахуванням такту випуску деталей та уточнюється за коефіцієнтом закріплення операцій (найбільш точний критерій, але визначити його можна тільки за умови сталого виробництва за місячний календарний період). У курсовій роботі цей критерій не розраховується, і апіорі приймається серійний тип виробництва.

Основним показником, який характеризує серійне виробництво, є величина партії деталей, яка запускається періодично (серіями випускається виріб, який складається з певних деталей). Величина партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}, \quad (1.2)$$

де a – періодичність запуску деталей у виробництво, днів. Можливі значення – 3 - 24. Іноді цей параметр називають запасом деталей на складі складального цеху;

Φ – кількість робочих днів за рік відповідно до законодавства.

Увага

Значення, встановлене за формулою 1.2, повинне бути округлене до найближчого числа, кратного річній програмі випуску (для забезпечення рівномірності запуску).

2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Перелік робіт, які виконуються для забезпечення технологічності конструкції виробів на всіх стадіях їхнього створення встановлюється Єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Розрізняють виробничу, експлуатаційну й ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції виробу є її економічна доцільність при заданій якості й прийнятих умовах виробництва та експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки, коли конструкторські документи вже затверджені й не підлягають радикальним змінам, доцільно проводити якісний аналіз технологічності конструкції деталі. Такий аналіз виконується на підставі досвіду виконавця (технолога) і має на меті попередньо оцінити ступінь відповідності між показниками якості, що встановлені конструкторською документацією, можливостями конкретного виробництва й економічною доцільністю.

Кількісна оцінка технологічності конструкції деталі визначається окремими, комплексними і базовими показниками, числове значення яких характеризує ступінь виконання вимог до технологічності конструкції. Зазвичай, основними показниками технологічності вважають трудомісткість, матеріаломісткість, енергоємність і технологічну собівартість. Рівень технологічності конструкції визначається як відношення досягнутого показника технологічності до базового показника, встановленого технічним завданням. У курсовому проєкті таке завдання не ставиться, а виконується тільки якісний аналіз технологічності конструкції деталі.

Методичні рекомендації

Даний розділ являє собою вільний виклад теми у вигляді тексту, поділеного на абзаци, що містить інформацію про такі складові якісного аналізу технологічності:

- аналіз конструкції, геометрії й розмірів деталі з огляду на жорсткість і можливість призначення максимально продуктивних режимів різання та максимальної концентрації операцій;
- наявність у конструкції деталі стандартних та уніфікованих елементів і можливість їхнього виготовлення на стандартному обладнанні з мінімальною технологічною собівартістю (зубчасті, шліцьові, шпонкові, гвинтові поверхні (нарізки), канавки; фаски, тощо);
- можливість використання різних видів і способів виготовлення заготовок, виходячи з технічних вимог креслення й типу виробництва;
- відповідність фізико-хімічних і механічних властивостей матеріалу умовам ефективної обробки різанням, досягнення необхідної твердості й збереження форми та розташування поверхонь після термічної обробки;
- аналіз точності та якості поверхонь основних і допоміжних конструкторських баз із урахуванням економічної точності обробки;
- можливість виконання вимог до точності розташування основних поверхонь без додаткових витрат на механічну обробку й спеціальні пристрої;
- аналіз можливості поєднання технологічних, конструкторських і вимірвальних баз у процесі виготовлення й контролю деталі.

Порада

Матеріал розділу не обов'язково подавати в запропонованому вище порядку. Головне, щоб були висвітлені особливості технології виготовлення, які зумовлюються конструкцією деталі та вимогами конструкторської документації.

Нижче наведено два приклади якісного аналізу технологічності конструкції деталей, що належать до різних класів за конструкторсько-технологічною класифікацією.

Приклад 1

Деталь належить до класу валів, тобто являє собою тіло обертання з довжиною понад два діаметри, і одночасно є елементом черв'ячної передачі – двоохідним архімедовим черв'яком восьмого ступеня точності. Основною характеристикою валів, що визначає технологічність конструкції, є жорсткість, яку оцінюють за величиною відношення $L/d_{ум}$,

де L – довжина валу, мм;

$d_{ум}$ – умовний діаметр вала, визначений за формулою:

$$d_{ум} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot l_i}{L} = \frac{25 \cdot 77,1 + 30 \cdot 15,1 + \dots + 25 \cdot 14 + 24,8 \cdot 13}{320} = 26,4 \text{ (мм)} \quad (x.x)$$

де d_i – діаметр i -того ступеня вала, мм;

l_i – довжина i -того ступеня вала, мм.

Для даного вала відношення дорівнює 12,1, що перебільшує рекомендоване (10). Отже, щоб досягти економічно обґрунтованої точності механічної обробки без обмежень режимів різання, необхідно застосовувати схему базування для нежорстких валів.

Основні конструкторські бази деталі – дві циліндричні поверхні діаметром 25 мм із допуском шостого квалітету й граничних відхилень форми й розташування поверхонь за шостим ступенем точності, що відповідає службовому призначенню, поверхонь. Вимоги до точності інших робочих поверхонь вала, а саме: двоохідного черв'яка й прямобічних шліців, не є завищеними й не погіршують технологічність конструкції деталі.

Матеріал деталі забезпечує виконання вимог до механічних властивостей поверхонь та деталі в цілому. Він має сприятливі технологічні характеристики як для обробки тиском, так і різанням.

Конструкція вала дозволяє вести обробку в центрах, тобто забезпечити поєднання технологічних і вимірювальних баз, а також виконати вимоги до сталості баз, що гарантує співвісне розташування робочих поверхонь вала.

Двостороннє розташування уступів і співвідношення діаметрів ступенів сприятливі для продуктивної токарної обробки й рівномірної концентрації операцій. Геометричні характеристики гвинтової поверхні дозволяють виконувати обробку «на прохід», що є визначальним для чистої обробки з огляду на вимоги до якості поверхні.

Таким чином, технологічність конструкції деталі «Вал» після якісного аналізу можна оцінити як добру за основними показниками

Приклад 2

Деталь «Корпус насоса» має складну просторову форму, що характеризується сполученням внутрішніх і зовнішніх концентричних поверхонь, що з'єднуються ребрами й прохідними каналами. Внутрішні поверхні мають перехідні зони неправильної геометричної форми. Беручи до уваги, що корпус насоса є основною деталлю гідравлічного агрегату, вважаємо за неможливе при якісному аналізі технологічності конструкції допускати зміну її геометричної форми, розташування або вимог до шорсткості робочих поверхонь, оскільки вони визначають працездатність агрегату в цілому.

Аналізуючи вимоги до робочого креслення, робимо висновок, що матеріал деталі забезпечує необхідні механічні властивості, шорсткість необроблюваних поверхонь і задану товщину стінок при використанні спеціальних методів лиття, що доречні в умовах серійного виробництва.

У конструкції деталі є поверхні, які можуть бути використані в ролі чорнових технологічних баз. Так, зовнішня поверхня фланця, хоча й має неправильну геометричну форму, може бути використана для базування в трикулачковому патроні, що забезпечує обробку за один установ основних і допоміжних конструкторських баз із дотриманням основного принципу – поєднання технологічних, вимірювальних і конструкторських баз.

Конструкція деталі дозволяє обробляти взаємозалежні поверхні за один установ «на прохід». Єдиним нетехнологічним з цього погляду елементом є фаска в отворі діаметром 50 мм, що розташована з боку, протилежного напрямку подачі інструмента. Але ця поверхня може бути оформлена ще в заготовці, оскільки точність отвору відповідає 13-му квалітету, а неспіввісність фаски допускається в межах допуску на розмір – 0,39 мм. З іншого боку, співвісну фаску можна обробити, застосувавши спеціальний інструмент.

Співвідношення квалітетів і параметрів шорсткості поверхонь, що підлягають механічній обробці, є оптимальним. З огляду на те, що матеріал деталі – алюмінієвий сплав, сьомий клас чистоти на поверхнях отворів діаметрами $115^{+0,035}$, $105^{+0,035}$, $103,2^{+0,057}$ мм може бути досягнутий чистовим точінням з використанням алмазного інструмента при достатній жорсткості системи верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПД) і точності обертання шпинделя верстата. На деталі є складна напіввідкрита плоска фасонна поверхня. Її обробка в умовах серійного виробництва може бути виконана фрезуванням на верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПК), при цьому можлива обробка й отвору діаметром 50 мм.

Точність розташування кріпильних отворів визначена позиційним допуском в 0,09 мм. Така точність забезпечується обробкою на верстаті з ЧПК.

Усі різьби (кріпильні нарізки) відповідають середній точності, її забезпечення на даному матеріалі не викличе труднощів при обробці мітчиком або різцем. Крім того, марка матеріалу дозволяє застосувати й найбільш прогресивний спосіб обробки точних нарізок – накочування (видавлювання). Три глухих отвори М6–5Н6Н не є технологічними, але довжина отвору дозволяє виконати вимоги креслення при використанні мітчика з подовженим забірним конусом.

3 Вибір заготовки

При виборі заготовки для проектування технологічного процесу механічної обробки заданої деталі, необхідно врахувати її призначення і конструкцію, технічні вимоги, що наведені в робочому кресленні, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення заготовки.

У курсовому проекті зазвичай розглядають два варіанти заготовки, які не викликають істотних змін у побудові й змісті процесу механічної обробки. У цьому випадку перевага надається заготовці, що характеризується кращим використанням металу й меншою вартістю витрат на підготовку до основної механічної обробки (підготовчі операції, попереднє обдирання заготовки та повернення коштів за металобрухт і т. ін.). Якщо вид заготовки істотно змінює технологічний маршрут виготовлення деталі, остаточне рішення можна прийняти тільки після економічного обґрунтування з розрахунком собівартості заготовки і механічної обробки для кожного варіанта.

У даному розділі курсової роботи необхідно обґрунтувати спосіб формування заготовки, установити її форму, розрахувати розміри й призначити точність їх виконання за відповідним нормативно-технічним документом (НТД), а також розробити основний конструкторський документ (робоче креслення).

3.1 Обґрунтування способу формування заготовки

Обґрунтування виду й способу формування заготовки виконується у вигляді аналізу доцільності використання різних видів заготовок для механічної обробки заданої деталі. Аналіз ґрунтується на якісних показниках і остаточне рішення приймається без кількісної оцінки. Два приклади виконання цього підрозділу наведено нижче.

Приклад 1

Виходячи з вимог робочого креслення деталі, а вона має складну геометричну форму й виготовлена з ливарного алюмінієвого сплаву, єдиним видом заготовки може бути виливок. Аналізуючи можливі способи лиття, враховуємо, що першорядне значення має забезпечення необхідного параметра шорсткості й геометричної точності поверхонь, що не підлягають механічній обробці в наслідок своєї складності. Крім того, якість цих поверхонь визначає експлуатаційні властивості виробу.

Для виготовлення виливків складної конфігурації з будь-яких сплавів використовують спосіб лиття по моделях, що витоплюються. Цим способом одержують виливки масою до 10 кг із товщиною стінки до 0,5 мм, точністю розмірів 11 – 12-го квалітетів і параметром шорсткості поверхонь Rz 40 – 10 мкм.

При даному способі використовують точні нерознімні форми, відтворені з разових витоплюваних моделей. Спосіб економічно доцільний при виробництві заготовок партіями понад 100 штук, але в цьому випадку визначальною є складна конфігурація деталі й вимоги до точності та якості поверхонь.

Альтернативним способом виробництва заготовки даної деталі є лиття під низьким тиском. У порівнянні з відомими способами виробництва виливків

цей спосіб має суттєві переваги, а саме:

- для лиття під низьким тиском можна використовувати ливарні форми різної конструкції;

- за рахунок повільного заповнення форми розплавом відбувається повне витіснення з неї газів, що виключає вибраковування виливок через газові раковини і пори;

- у процесі твердіння розплав перебуває під тиском, що підвищує його щільність і зменшує ймовірність виникнення у виливках зайвих міжфазових утворень, усадкових раковин і пор;

- досягається мінімальна витрата сплаву на елементи ливникової системи, що збільшує вихід придатного литва до 90%;

- автоматизує весь цикл виготовлення виливок, у першу чергу складної і відповідальної операції заливання форми.

На підставі вищесказаного можна зробити висновок, що описані способи лиття практично рівнозначні, оскільки забезпечують необхідні параметри заготовки. Однак, надаємо перевагу виробу, який буде виготовлятися литтям по моделях, що витоплюються, оскільки цей спосіб забезпечує кращий коефіцієнт використання матеріалу, стабільно забезпечує високу якість поверхні, значною мірою механізований і автоматизований, тобто сприяє створенню більш комфортних умов праці робітника.

Приклад 2

Оскільки на робочому кресленні деталі не зазначений вид заготовки й відсутні вимоги до структури матеріалу, що забезпечуються виключно способом її виготовлення, розглянемо найбільш поширені в серійному виробництві види заготовок для валів, а саме: прокат і поковку.

Розміри заготовки із сортового прокату визначаються з урахуванням припуску на обробку ступеня вала найбільшого діаметра й припуску на обробку торців. Для номінального діаметра 46 мм і співвідношення довжини деталі до умовного діаметра (12), рекомендований діаметр гарячекатаного прокату звичайної точності становить 53 мм. З огляду на несиметричне розташування ступеня вала найбільшого діаметра по відношенню до торців деталі, заготовкою буде круглий гарячекатаний сталевий прокат за ГОСТ 2590–88 діаметром 52 мм, з точністю прокатки В. Довжина заготовки дорівнює 327 мм, з урахуванням припуску на обробку двох торців – 7 мм.

Оскільки перепади діаметрів ступенів вала перевищують 5 мм, то альтернативним варіантом заготовки для виробництва деталі може бути поковка, отримана гарячим об'ємним штампуванням. У цьому випадку форма заготовки значною мірою наближена до форми готової деталі, а її конфігурація й конструктивні елементи залежать від виду застосовуваного технологічного устаткування. Вважаємо, що для прийнятих умов виробництва заготовка буде формуватися в закритих штампах на кривошипних гарячештампувальних пресах.

При виконанні цього етапу вибору заготовки необхідно керуватися інформацією зі спеціальної літератури [1,11,13] і, як мінімум, поданий нижче матеріал.

Зазвичай у курсових проектах з технології машинобудування застосовують заготовки з прокату, штамповані заготовки і виливки. Це визначається тією обставиною, що на згадані види заготовок існують преїскуранти й методики техніко-економічного розрахунку собівартості.

Прокат може застосовуватися в ролі заготовки для безпосереднього виробництва деталей або як вихідна заготовка при пластичному формоутворенні. Спеціальний прокат застосовується в умовах масового або великосерійного виробництва, що значною мірою знижує припуски й обсяг механічної обробки. Дані про види прокату, його характеристику й галузі застосування наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вид прокату або профіль	Позначення ГОСТу	Галузь застосування
Сортовий: круглий гарячекатаний підвищеної й нормальної точності	2590–71	Гладкі й східчасті вали з невеликими перепадками діаметрів ступенів, стакани діаметром до 50 мм, втулки із зовнішнім діаметром до 25 мм. Кріплення, невеликі деталі типу важелів, тяг, планок і клинів
круглий калібрований	7415–75	
квадратний і шестигранний	2591–71	
смуговий гарячекатаний звичайної точності	103–76	
квадратний, шестигранний	8559–75	
квадратний, шестигранний (калібрований)	8560–68	
Листовий: товстолистовий гарячекатаний	19903–74	Фланці, кільця, плоскі деталі різної форми; циліндричні порожні втулки та ін.
тонколистовий гарячекатаний	19903–74	
тонколистовий холоднокатаний	19904–74	
Труби: сталеві безшовні гарячекатані	8732–78	Циліндри, втулки, гільзи, шпинделі, барабани, ролики, вали
сталеві безшовні холоднокатані	8734–75	
Періодичний поздовжній прокат	8319–75	Східчасті вали великосерійного й масового виробництва
Попереково–гвинтовий прокат	8320–73	Вали, півосі, важелі та інші деталі великосерійного і масового виробництва

Галузь застосування поковок – серійне і масове виробництво. Характеристика деяких, найбільш поширених методів виробництва заготовок тиском, які використовуються у курсових проектах, наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Метод виробництва заготовки	Розміри або маса	Точність заготовки	Шорсткість Rz, мкм
Штампуння на молотах і пресах	Маса до 250 кг, найменша товщина стінок 2,5 мм	за ГОСТ 7505–89	320...160
Штампуння з наступним карбуванням	Маса до 100 кг, найменша товщина стінок 2,5 мм	0,05...0,1 мм	40...10
Штампуння (висадження) на ГКМ	Маса 0,1... 100 кг, діаметр до 315 мм	за ГОСТ 7505–89	320...160
Штампуння видавлюванням	Діаметр до 200 мм	0,2...0,5 мм	320...80

Штампуння на кривошипних пресах у 2 – 3 рази продуктивніше, ніж штампуння на молотах, припуски й допуски зменшуються на 20...35%, витрата металу знижується на 10...15%. Заготовки для деталей типу стержня з потовщенням, кілець, втулок, деталей, що мають наскрізні й глухі отвори, доцільно виготовляти на горизонтально–кувальних машинах (ГКМ).

Виливки застосовуються для виготовлення складних деталей, як дрібних, так і великогабаритних. Особливістю таких деталей є незначний обсяг механічної обробки в порівнянні зі складністю виготовлення й точністю просторового розташування більшої частини допоміжних поверхонь.

Найбільш універсальним методом є лиття в піщано-глиняні форми різної вологості й міцності (лиття в землю), однак виготовлення форм вимагає значних витрат часу. Так, ручне набивання одного кубічного метру формувальної суміші займає 1,5 – 2 години, а за допомогою пневматичного трамбування – 1 годину. Струшувальні машини прискорюють набивання в порівнянні з ручним у 15 разів, а пресування – в 20 разів.

Литтям у землю по металевих моделях при машинному формуванні одержують виливки масою до 10 – 15 т при найменшій товщині стінок 3 – 8 мм.

Лиття в оболонкові форми застосовують головним чином при виготовленні відповідальних фасонних виливків. При цьому одержують алюмінієві й сталеві виливки масою до 150 кг; мінімальна товщина стінок для алюмінієвих виливок 1...1,5 мм, сталевих – 3...5 мм. Забезпечується точність виливки у межах 12 – 14-го квалітетів, параметр шорсткості поверхні Rz 40...10 мкм. При автоматизації цього методу можна одержувати до 450 напівформ за годину.

Лиття в кокіль економічно доцільно при розмірі партії деталей не менш 300–500 шт. для дрібних виливок, і 30–50 шт. для великих. Продуктивність способу – до 30 виливок на годину. Цим способом можна виготовляти виливки масою 0,25–7 т, що мають точність 13–15квалітету й Rz 80...10 мкм.

Лиття по моделях, що витоплюються економічно доцільне для деталей складної конфігурації з будь-яких сплавів при партії понад 100 шт. Метод забезпечує виготовлення виливок масою до 50 кг із мінімальною товщиною стінок 0,5 мм; точністю 11 – 12-го квалітету, Rz 40...10 мкм.

Лиття під тиском застосовується в основному для фасонних виливок із цинкових, алюмінієвих, магнієвих і латунних сплавів. Спосіб вважається доцільним якщо партія становить понад 1000 деталей. Продуктивність методу – до

1000 деталей на годину. Можна виготовляти виливки масою до 100 кг із мінімальною товщиною стінок 0,5 мм; точність 11 – 12-го квалітету, Rz – не більше 20 мкм.

Відцентрове лиття може застосовуватися при виготовленні заготовок, які мають форму тіл обертання з концентрацією маси на периферії деталі. Продуктивність способу до 15 виливок на годину. Маса виливок становить 0,01...3 т, мінімальна товщина стінок – 0,5 мм, точність – 13 – 15-го квалітету, Rz – 160...40 мкм.

3.2 Визначення розмірів заготовки

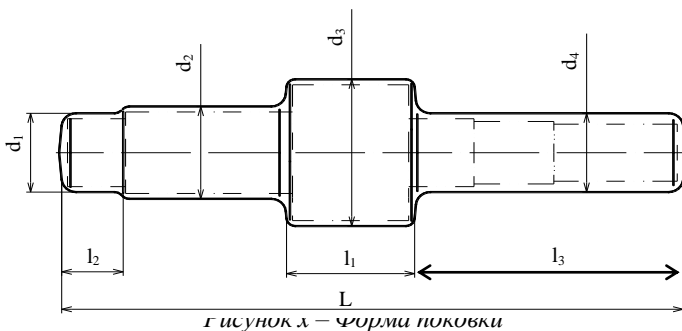
Якщо визначення розмірів заготовки із сортового прокату полягає в призначенні розміру перетину, точності прокатки за відповідним НТД і розрахунку довжини заготовки з урахуванням припусків на механічну обробку, то проектування інших видів заготовок вимагає виконання певного обсягу проектних процедур.

Методика проектування штампованої заготовки передбачає такі етапи:

- 1) встановлення форми штампування (поковки);
- 2) визначення розмірів заготовки з урахуванням припуску на обробку;
- 3) призначення граничних відхилень розмірів заготовки;
- 4) встановлення параметрів штампування, що визначають ковальські напуски (штампувальні уклони, радіуси закруглень внутрішніх кутів і т. ін.)

Перший етап вимагає творчого підходу, оскільки форма заготовки може різною мірою наближатися до форми готової деталі (впливає на ефективність використання матеріалу і значною мірою на складність штампувального оснащення) і залежить від виду пресового обладнання, форми й розташування площини рознімання штампа. Варіант подання результатів даного етапу проектування заготовки наведений нижче.

Заготовкою для механічної обробки деталі буде поковка, виготовлена за допомогою гарячого об'ємного штампування. У цьому випадку форма заготовки значною мірою наближена до форми готової деталі в тій її частині, де перепади ступенів більше 5 мм. Вважаємо, що для умов серійного виробництва заготовка буде формуватися в закритих штампах із плоскою горизонтальною площиною рознімання на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП) і відповідати ступені точності Т3. Конфігурація заготовки наведена на рисунку х.



Рисунк х – Форми поковки

Після встановлення форми заготовки визначаються ті поверхні деталі, які з

урахуванням припуску на механічну обробку впливають на розміри заготовки (розміри d_1-d_4 на рисунку x із попереднього прикладу). Виконання подальших етапів проектування відбувається з використанням нормативно-технічного документа (державного стандарту) на відповідний спосіб виготовлення заготовки, а саме:

– ГОСТ 7062–79 «Поковки з вуглецевої та легованої сталі, які виготовляються на пресах. Припуски й допуски»;

– ГОСТ 7505–89 «Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски й ковальські напуски»;

– ГОСТ 7829–70 «Поковки з вуглецевої та легованої сталі, які виготовляються куванням на молотах. Припуски й допуски».

Найбільш уживаним, через свою універсальність, є ГОСТ 7505–89. Тому методику визначення даних при проектуванні штампованої заготовки наводимо для цього НТД, з посиланням на відповідні таблиці.

1. Обчислюються та встановлюються вихідні дані для проектування поковки, а саме:

– **розрахункова маса** ($M_{пр}$). Визначається за формулою на с.4, яка включає дані таблиці 1 і масу деталі за робочим кресленням;

– **клас точності** (Т1-Т5). Встановлюється за таблицею 3. Однозначних рекомендацій з цього приводу немає. Єдина вимога: устаткування й технологічний процес штампування повинні відповідати прийнятому типу виробництва, а також формі й складності заготовки. Варіантом надання інформації з цього приводу є третє речення в прикладі на початку даного підрозділу;

– **група сталі** (М1-М3). Визначається за таблицею 3, в залежності від кількості вуглецю та легуючих елементів в сталі;

– **ступінь складності** (С1-С4). Встановлюється з використанням Додатку А. Зверніть увагу на особливість призначення ступеня С4 за пунктом 5 цього додатку.

2. За таблицею 4 визначається вихідний індекс поковки. Використовується призначений щойно комплекс вихідних даних.

Ця процедура часто виконується некоректно і має хибні результати при відсутності навичок. Тому перевірте себе за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3 Тест на правильність призначення вихідного індексу

Вихідні данні				Вихідний індекс
$M_{пр}$, кг	М	С	Т	
2,5	М1	С2	Т3	9
11,7	М3	С1	Т4	16
0,8	М2	С4	Т1	6

3. Призначається основний припуск на всі поверхні заготовки які підлягають механічній обробці, а також граничні відхилення їх розмірів за таблицями 5 і 10 з використанням вихідного індексу й інших даних, які ґрунтуються на даних робочого креслення деталі.

В таблиці 10 наведені граничні відхилення для зовнішніх розмірів.

Тому, згідно з пунктом 5.2 даного НТД, граничні відхилення внутрішніх розмірів повинні встановлюватись з протилежним знаком, а саме: якщо для зовнішнього розміру $\varnothing 35_{-0,62}^{\text{мм}}$ – $\varnothing 36,6$, то для внутрішнього розміру $\varnothing 20\text{H}7^{\text{мм}}$ – $\varnothing 18_{-0,3}^{+0,2}$.

4. Призначається загальний припуск на сторону як сума основного припуску, визначеного за таблицею 5, і додаткового, який визначається за таблицями 6 – 8.

Увага 

Додатковий припуск повинен враховувати вплив зовнішніх факторів на геометричну точність форми поверхонь заготовки і точність їх розташування одна відносно одної (зсув верхньої половини штампа щодо нижньої, деформування поверхонь внаслідок остигання, зсув прошивних пуансонів за рахунок значних теплових зазорів у спряжених поверхнях штампу). Для окремої поверхні набір факторів, які впливають на додатковий припуск, різний і залежить від форми заготовки та конструкції штампа. Величина додаткового припуску для врахування основних факторів наведена в таблицях 6 – 8. Так, для заготовки з попереднього прикладу, яка зображена на рисунку х, додатковий припуск на обробку торцевих поверхонь і циліндрів діаметрами d_1 й d_3 визначається тільки зсувом штампів по площині рознімання (таблиця 6), а для подовжених циліндрів діаметрами d_2 й d_4 необхідно додатково врахувати жолоблення внаслідок остигання, тобто дані таблиці 7.

5. Визначаються виконавчі розміри поковки.

Номінальний розмір поверхні поковки розраховується від номінального розміру відповідної поверхні деталі шляхом додавання (віднімання) загального припуску. Лінійні розміри поковки дозволяється округляти з точністю до 0,5 мм.

6. Встановлюються параметри поковки, які забезпечують технологічні умови штампування – штампувальні уклони, радіуси закруглень внутрішніх кутів і т. ін. Ця інформація міститься в тексті розділів 4,5.

7. Розраховується маса поковки.

8. Визначається коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{п}}}, \quad (3.1)$$

де $m_{\text{д}}$ – маса деталі за робочим кресленням, кг

$m_{\text{п}}$ – маса заготовки, обчислена за розрахунковими розмірами, кг.

Приклад подання результатів проектування за пунктами 1-5 даної методики наведено далі.

Розміри заготовки визначаються з урахуванням припусків на механічну обробку, які призначають за ГОСТ 7505–89. Відповідно до вимог даного нормативного документа, приймаємо такі вихідні дані:

Розрахункова маса заготовки визначається таким чином:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}} = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ кг} \quad (х.х)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$K_{\text{р}}$ – розрахунковий коефіцієнт 1,5 – 1,8 для круглих і багатограних деталей.

Ступінь складності визначається шляхом обчислення відношення маси заготовки (G_n) до маси геометричної фігури (G_ϕ), у яку вписується форма поковки. При визначенні розмірів геометричної фігури, що описує поковку, виходимо зі збільшення в 1,05 раза габаритних розмірів деталі. У даному випадку простою фігурою вважаємо циліндр діаметром 36,8 мм і довжиною 26,3 мм. Його маса дорівнює 0,23 кг.

Таким чином, для відношення 0,65(0,15/0,23) ступінь складності становить С1. Інші вихідні дані, що характеризують поковку, наведені в таблиці х.х.

Таблиця х.х Вихідні дані для призначення припусків й допусків

Характеристика поковки		Примітки
Клас точності	T2	Закрите штампування на КГШП
Група сталі	M3	Вміст легуючих елементів 2 – 5 %
Ступінь складності	C1	$G_n/G_\phi = 0,15/0,23 = 0,65$ (понад 0,63)
Конфігурація поверхні рознімання	П	Пласка

На підставі вихідних даних визначаємо вихідний індекс штампування – 5. Відповідно до нього визначаються основні припуски на механічну обробку й допуски на розміри заготовки. Додатковий припуск, що враховує зсув по поверхні рознімання штамп (впливає на лінійні розміри) і відхилення від прямолінійності (впливає на діаметр циліндричних поверхонь), призначаємо за таблицями 6,7 ГОСТ 7505. Розрахунок розмірів заготовки наведений у таблиці х.

Таблиця х.х Розрахунок виконавчих розмірів поковки

Розмір поверхні, мм	Параметр Ra, мкм	Основний припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Загальний припуск, мм	Виконавчий розмір заготовки, мм
$\varnothing 35_{-0,62}$	25	0,6	0,2	0,8	$\varnothing 36,6^{+0,3}_{-0,2}$
$\varnothing 30b12$	25	0,6	0,2	0,8	$\varnothing 31,6^{+0,3}_{-0,2}$
$25_{-0,52}$	25	0,6	–	0,6	$26,2^{+0,3}_{-0,2}$
$5_{-0,3}$	25	0,6	–	0,6	$6,2^{+0,3}_{-0,2}$
$\varnothing 20H7$	1,6	0,8	0,2	1,0	$\varnothing 18^{+0,2}_{-0,3}$

Методика проектування виливка передбачає ті ж етапи, що й методика проектування штампованих заготовок. Відмінність полягає в тому, що форма заготовки вже задана робочим кресленням деталі, оскільки значна частина поверхонь не піддається механічній обробці, а зберігає параметри заготовки. Крім того, для призначення припусків на механічну обробку й граничні відхилення від розмірів використовується інший нормативний документ – ГОСТ 26645–85 «Допуски й припуски на механічну обробку виливок із чорних та кольорових сплавів» [3]. Алгоритм використання даного стандарту наведений на рисунку 3.1.

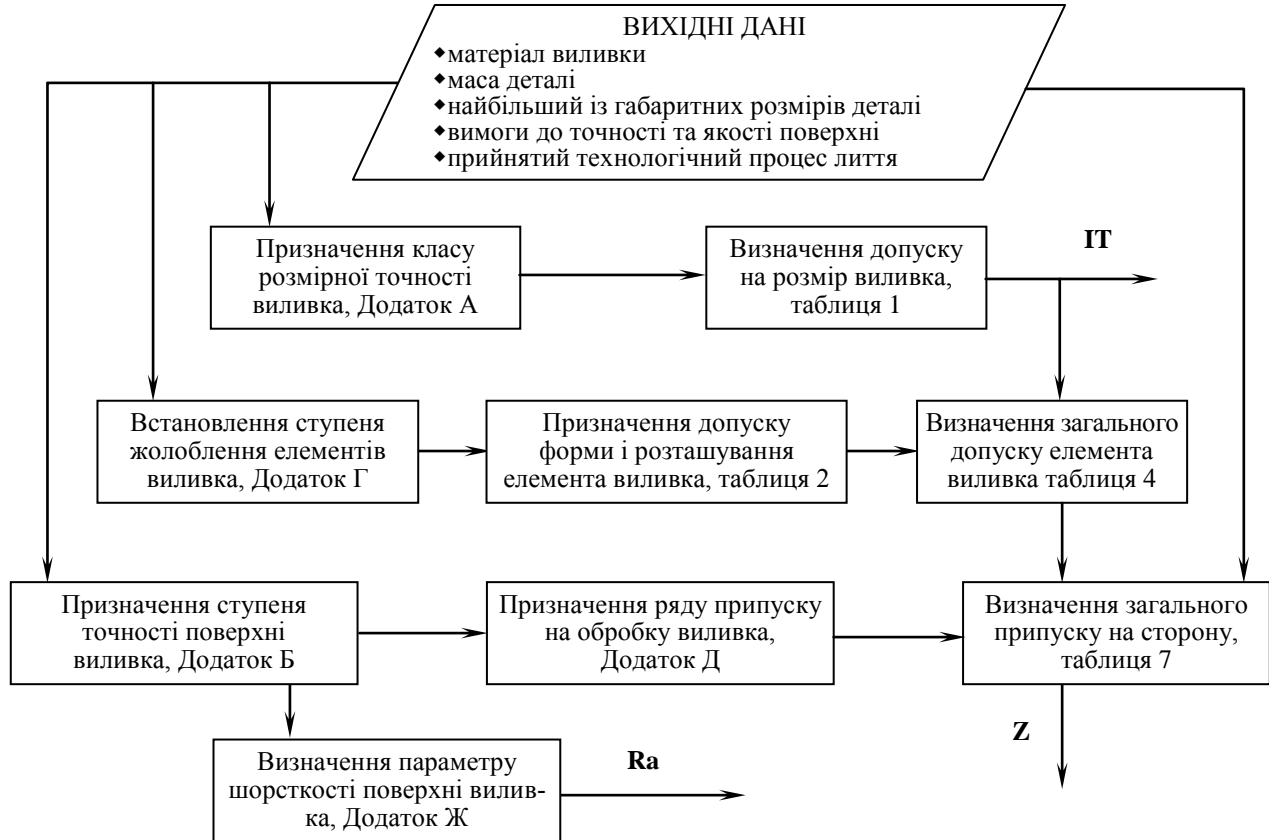


Рисунок 3.1 – Алгоритм використання ГОСТ 26645-85

Коментар до рисунок 3.1

1. Вибираючи параметри з таблиць і додатків нормативного документу, обов'язково ознайомтеся із примітками, якщо такі є.

2. Вид остаточної механічної обробки поверхні, на яку призначається припуск (див. таблицю 7), залежить від вимог робочого креслення до квалітету розміру та якості поверхні. Так, чорнова обробка характеризується 12-им квалітетом і параметром Ra не менше ніж 12,5 мкм; напівчистова – 11–10-им квалітетом й Ra 6,3...3,2 мкм; чистова – 9–8-им квалітетом й Ra 3,2...1,6 мкм; тонка – 7–6-им квалітетом й Ra 0,8...0,4 мкм.

Нижче наведено приклад реалізації методики проектування вилівка в пояснювальній записці:

x.x Об'рунтування способу формоутворення заготовки

Технологічний процес лиття призначаємо виходячи з маси, конфігурації деталі й типу виробництва. Зважаємо на середньосерійний тип виробництва. Оскільки деталь має кілька поверхонь, які за вимогами робочого креслення не піддаються механічній обробці й розміри 14-го квалітету, доцільно застосувати лиття в металевий кокіль. Цей спосіб лиття забезпечує відносно високу точність розмірів (12-й квалітет), стабільність форми при високій продуктивності та прийнятній вартості у разі не складної конфігурації й малих розмірів деталі в умовах серійного виробництва. З огляду на просту форму деталі й незначні розміри, буде використаний багатомісний кокіль із однією площиною рознімання.

x.x Визначення розмірів заготовки.

Розміри виливків та їхню точність визначимо виходячи з вимог державного стандарту (ГОСТ 26645–85), що поширюється на виливки із чорних і кольорових металів та сплавів. Цей стандарт встановлює допуски розмірів, форми, розташування й нерівностей поверхні, допуски маси й припуски на обробку. Номінальний розмір виливка приймається однаковим з номінальним розміром деталі для необроблюваних поверхонь і дорівнює сумі середнього розміру деталі й загального припуску на обробку для поверхонь, призначених до механічної обробки.

Норми точності встановлюються на виливок в цілому й характеризуються класом розмірної точності виливка, ступенем жолоблення, ступенем точності поверхонь і класом точності маси. Обов'язково встановлюються класи розмірної точності й точності маси виливка.

У таблиці x.x наведені значення норм точності для виливок, що є заготовкою для заданої деталі. При цьому прийнято до уваги, що сталевий сплав не підлягає подальшій термічній обробці і виливається в металевий кокіль без піщаних стержнів.

Ряд припусків призначається залежно від прийнятого ступеня точності поверхні. Вибираємо четвертий, з рекомендованого діапазону, тобто 2–5.

Величина припуску на механічну обробку призначається по таблиці 7, залежно від ряду припуску, загального допуску елемента поверхні й виду остаточної механічної обробки.

Таблиця х.х

Найменування норми точності	Критерії	Норма точності	
		Діапазон	Прийнята
Клас розмірної точності	Найбільший. габаритний розмір вилівка до 100 мм	5 – 9	7
Ступінь жолоблення	Відношення довжини до діаметра понад 0,2	1 – 4	2
Ступінь точності поверхні	Найбільший. габаритний розмір вилівка до 100 мм	5 – 10	8
Клас точності маси	Номінальна маса вилівка до 1 кг	4 – 11m	9m

Для того, щоб визначити, на які поверхні необхідно встановити припуск на механічну обробку та на яких поверхнях утворюється технологічний напуск, а які залишаться неопрацьованими, проектується форма вилівка. Вона подається на рисунку х.

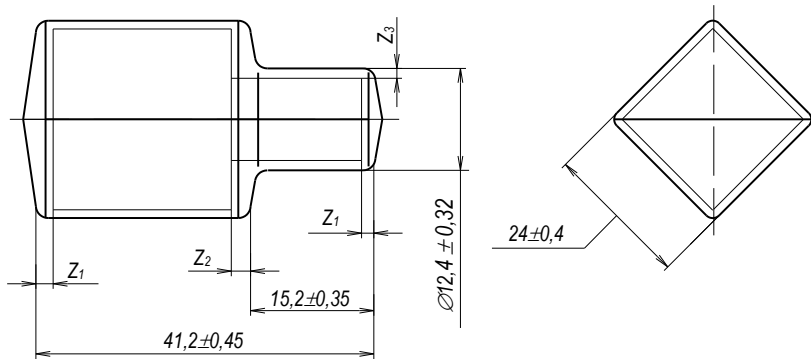


Рисунок х – Форма вилівка

Значення припусків і допусків на розміри заготовки, встановлені за прийнятими вихідними даними відповідно до ГОСТ 26645–85, наведено в таблиці х.х. Для поверхонь вилівка, що підлягають механічній обробці, призначається симетричне відхилення розмірів. Для інших поверхонь допускається будь-яке розташування поля допуску, у тому числі й одностороннє.

При проектуванні заготовки приймалося до уваги, що форма деталі у поєднанні з прийнятою формою рознімання форми, дозволяє використати мінімальні радіуси округлення. Для деталей, які виливаються у металеві форми, уклони зовнішніх поверхонь рекомендується приймати в межах $0^{\circ}40' - 2^{\circ}50'$, а внутрішніх – $1^{\circ}50' - 5^{\circ}40'$. З урахуванням цих рекомендацій і даних таблиці х.х оформлене робоче креслення вилівка.

Таблиця х.х

Розрахунок виконавчих розмірів виливка

в міліметрах

Розмір за кресленням	Середній розмір	Допуск розміру	Допуск форми	Загальний допуск	Припуск на сторону		Розмір заготовки
$39 \pm 0,5$	39	0,90	0,16	1,00	z_1	1,1	$41,2 \pm 0,45$
$15 \pm 0,35$	15	0,70	0,16	0,8	z_2	0,9	$15,2 \pm 0,35$
M10–6g	9,9	0,64	0,16	0,70	z_3	1,2	$\varnothing 12,4 \pm 0,32$
$24 \pm 0,42$	24	0,80	0,16	0,80	–	–	$24 \pm 0,40$

х.х Визначення коефіцієнта вагової точності виливка

Одним з показників технологічності конструкції заготовки є коефіцієнт вагової точності, що визначається за формулою:

$$K_{в.т.} = \frac{G_d}{G_z}, \quad (х.х)$$

де G_d – маса готової деталі;

G_z – маса заготовки, що надходить із заготівельного цеху.

Використовуючи дані робочого креслення виливка, визначаємо масу заготовки шляхом поділу її форми на елементарні геометричні фігури, для яких визначаються об'єм і маса, з урахуванням щільності сталі 45Л. Розрахунок виконано в таблиці х.х.

Таблиця х.х

Розрахунок вагової точності виливка

Позначення фігури	V_1	V_2
Об'єм фігури, 10^{-6} м^3	15,322	1,841
Об'єм виливка, 10^{-6} м^3	17,163	
Маса виливка, кг	0,135	
Маса деталі, кг	0,086	
Коефіцієнт вагової точності	0,64	

Значення коефіцієнта вагової точності недостатньо високе як для виливка, що виготовляється в умовах серійного виробництва. Але з огляду на те, що деталь має значну кількість отворів і гвинтову нарізку, які неможливо виконати методом лиття, значення $K_{в.т.} = 0,64$ вважаємо допустимим.

3.3 Оформлення конструкторського документа на заготовку

Конструкторський документ на заготовку із сортового прокату не оформляється, просто робиться позначка в основному написі робочого креслення такого виду:

$$\text{Круг} \frac{25\text{В ГОСТ } 2590 - 88}{40\text{X ГОСТ } 4543 - 71}$$

Очевидно, що в «чисельнику» наведено умовне позначення круглого про-

кату, який відповідає нормативному документу (ГОСТ 2590–88 «Прокат сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент»), а в «знаменнику» – позначення матеріалу й НТД на технічні умови для виготовлення (ГОСТ 4543–71 «Сталь легована конструкційна. Технічні умови»).

Робочі креслення штампованих заготовок й виливків виконуються за правилами машинобудівного креслення й повинні повністю відповідати вимогам ЄСКД. Єдине доповнення стосується креслення штампованих заготовок, оскільки на його оформлення є спеціальний НТД, а саме: на кресленні тонкою штрихпунктирною із двома крапками лінією наноситься контур деталі, виконаний без дрібних елементів поверхонь. Також рекомендується вказувати площину рознімання штампа спеціальним знаком « × ».

Робоче креслення обов'язково повинно містити технічні вимоги до деталі. Обсяг вимог визначає розробник документа, але зміст і послідовність викладу регламентовані ЄСКД. Мінімальний обсяг технічних вимог на кресленні заготовки такий:

Увага 

- механічні властивості (твердість, якщо марка матеріалу допускає можливість її зміни за рахунок термічної обробки);
- вимоги до точності розмірів і відносного розташування поверхонь, що не позначені на зображенні деталі (текстом або посиланням на відповідний НТД);
- посилання на технічні умови, яким повинен відповідати даний вид заготовки (див. таблицю 3.4).

Таблиця 3.4 Перелік НТД на технічні умови при виготовленні заготовок

Найменування НТД	Позначення НТД
Поковки з конструкційної вуглецевої і легованої сталі. Загальні технічні умови	ГОСТ 8479–70
Поковки з корозійностійких сталей і сплавів. Загальні технічні умови	ГОСТ 25054–81
Поковки з жароміцних і жаростійких сплавів. Загальні технічні умови	ГОСТ 26131–84
Виливок з ковкого чавуну. Загальні технічні умови	ГОСТ 1215–79
Виливок із чавуну. Загальні технічні умови (замість ГОСТ 1412–79, ГОСТ 1585–79, ГОСТ 7293–79)	ГОСТ 26358–84
Виливок з конструкційної легованої й легованої сталі. Загальні технічні умови.	ГОСТ 977–75
Виливок з високолегованої сталі зі спеціальними властивостями. Загальні технічні умови.	ГОСТ 2176–77
Виливок зі зносостійкої й холодостійкої сталі. Загальні технічні умови	ГОСТ 21357–87

4 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Метою виконання цього розділу є оформлення зведеного технологічного документа у вигляді маршрутної карти (МК) за ГОСТ 3.1118–84. Карта містить інформацію про послідовність технологічних операцій, устаткування, яке при цьому використовується, й відповідні трудовитрати. Щоб одержати дані для заповнення МК, необхідно виконати зазначені нижче проектні процедури.

4.1 Визначення методів обробки поверхонь

Методичні рекомендації

Для складання раціонального технологічного маршруту й оптимального змісту операцій, що забезпечують максимальне використання технологічних можливостей верстатів, необхідно попередньо проаналізувати технічні вимоги до кожної поверхні, яка підлягає механічній обробці (точність розмірів, форми, якість поверхні й твердість матеріалу), і визначити технологічні методи їхнього досягнення. Результати аналізу рекомендується подавати в табличній формі, як показано нижче на прикладі.

При визначенні маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на вид заготовки і її точність. Кількість технологічних операцій, їхня концентрація буде зумовлюватись методами обробки поверхонь, які визначаються з огляду на необхідний квалітет розміру, параметр шорсткості й умови оброблюваності алюмінієвих ливарних сплавів. Перелік поверхонь, їх розміри і методи обробки, які забезпечують виконання вимог креслення, наведено в таблиці x.x.

Таблиця x.x

<i>Вид поверхні, розмір, мм</i>	<i>Квалітет</i>	<i>Ra, мкм</i>	<i>Метод обробки поверхні</i>
<i>Внутрішні $\varnothing 105^{+0,035}$, $\varnothing 115^{+0,035}$, $\varnothing 15^{+0,018}$</i>	<i>7</i>	<i>0,8</i>	<i>Розточування чорнове Розточування чистове</i>
<i>Внутрішня $\varnothing 103,2^{+0,057}$</i>	<i>8</i>	<i>0,8</i>	<i>Розточування чорнове Розточування чистове</i>
<i>Зовнішня $\varnothing 155^{-0,043}$ $-0,143$</i>	<i>9</i>	<i>3,2</i>	<i>Точіння однократне</i>
<i>Внутрішня $\varnothing 1,9^{+0,06}$</i>	<i>11</i>	<i>3,2</i>	<i>Свердлування</i>
<i>Зовнішня $\varnothing 159^{-0,145}$ $-0,395$</i>	<i>11</i>	<i>3,2</i>	<i>Точіння однократне</i>
<i>Торцеві $25^{+0,13}$, $115_{-0,22}$ $94,5^{+0,22}$, $56^{+0,13}$</i>	<i>11</i>	<i>3,2</i>	<i>Точіння однократне</i>
<i>Паз $25^{+0,21}$</i>	<i>12</i>	<i>3,2</i>	<i>Фрезерування однократне</i>
<i>Фасонна $75^{+0,3}$</i>	<i>12</i>	<i>3,2</i>	<i>Фрезерування однократне</i>
<i>Внутрішня $\varnothing 50^{+0,39}$</i>	<i>13</i>	<i>3,2</i>	<i>Фрезерування однократне</i>
<i>Внутрішня М14×1–5Н6Н</i>	<i>–</i>	<i>3,2</i>	<i>Розточування Нарізування різьби</i>

Порада

До визначення метода обробки поверхні (МОП) треба підходити творчо. Однакові показники точності та якості поверхні можуть бути досягнуті різними способами. Рекомендується використувати літературу, [1,13]. При цьому необхідно враховувати оброблюваність матеріалу (чорний або кольоровий метал) і технологічні можливості устаткування. Тобто, уже на цьому етапі необхідно передбачити тип верстата.

4.2 Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі

Методичні вказівки

Обґрунтування маршруту виготовлення деталі часто заміняють його описом. Це нелогічно, оскільки неможливо описувати те, чого ще немає. На даному етапі необхідно встановити критерії, закономірності й обмеження, які визначають послідовність виконання операцій, маючи на увазі їх призначення, а не їх детальний опис, і тільки після цього запропонувати маршрут виготовлення у вигляді таблиці, що буде базою для розробки технологічного документа – маршрутної карти. Приклад виконання даного етапу проектування наведено нижче.

Відповідно до типового маршруту виготовлення валів, на першій операції необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки. Технологічними базами для обробки циліндричних поверхонь деталі будуть центрові отвори й один із торців. Для їхньої підготовки в умовах великосерійного виробництва доцільно використати спеціалізовані й спеціальні верстати. Мінімальну трудомісткість операції при високій концентрації й продуктивності, а також незначних витратах на переналадження, забезпечить використання фрезерно-центрувального верстата послідовної дії.

Коментар

Зверніть увагу! В прикладі обґрунтовано рішення щодо мети першої операції і призначено тільки тип, а не модель верстата.

Подальша обробка допускає однократне точіння всіх поверхонь. З огляду на розмір і точність заготовки, а також на розмір кінцевого ступеня з лівого торця вала, всю токарну обробку можна виконати під час однієї операції за два установи (немає необхідності в переналадженні патрона). Як технологічне устаткування можна використати токарний центровий копіювальний напівавтомат, ефективний в умовах великосерійного й масового виробництва. Але для даної деталі доцільно поєднати токарну обробку з обробкою різьбової поверхні М20×1,5. Таким чином, відпадає необхідність у різьбофрезерній операції, яка буде мати низький відсоток завантаження. Для досягнення такої високої концентрації токарної операції використаємо універсальний токарний верстат з оперативною системою ЧПК. Ці верстати характеризуються високим ступенем автоматизації, не вимагають спеціального розмірного налагодження інструмента й постійного супроводу технологів–програмістів, тому ефективні навіть в умовах великосерійного виробництва.

Для обробки шпонкових пазів і «лиски» передбачаємо дві операції, на яких використаємо універсальні верстати зі спеціальними налагодженнями й багатомісними пристосуваннями. У першу чергу повинна бути оброблена «лиска», тому що її плоска поверхня буде використана як одна з технологічних баз, які визначають положення шпонкових пазів. Встановлювальною технологічною

базою на цих операціях буде зовнішня циліндрична поверхня, тому що така схема базування забезпечує надійне закріплення заготовки й дозволяє використати найбільш продуктивні режими різання.

Технологічний процес виготовлення деталі завершується контрольною операцією, під час якої здійснюється комплексний контроль розмірів поверхонь та їхнього взаємного розташування. Технологічний маршрут обробки деталі «Вал» наведено в таблиці х.х.

Таблиця х.х

№ оп.	Найменування операції	Стислий зміст операції	Модель верстата
05	Фрезерно–центрувальна	Фрезерування торців і зацентрування з двох боків	МР71
10	Токарна з ЧПК	Повна токарна обробка з двох боків, точіння різьби М20×1,5–8g	16Б16Т1
15	Фрезерна	Фрезерування «лиски»	6Н81М
20	Фрезерна	Фрезерування двох шпонкових пазів	6Н10
25	Термічна	Загартування кінцевого ступеня	–
30	Контрольна	Комплексний контроль деталі	–

Порада

Моделі верстатів, подані в цій таблиці, повинні мати такі технологічні можливості, які забезпечать МОП, передбачені в таблиці з прикладу виконання попереднього підрозділу, 4.1.

4.3 Оформлення зведеного технологічного документа

Методичні рекомендації

Зведеним технологічним документом є маршрутна карта, яка оформляється відповідно до ГОСТ 3.1118–84. При оформленні МК необхідно керуватися методичним посібником [5]. Для одержання відомостей про коди технологічних операцій та устаткування користуйтеся довідковим посібником [4].

Перш ніж підписати бланк МК, перевірте його з точки зору найбільш характерних помилок, які наведені нижче (посилання на рисунки й графи за посібником [5]):

- не заповнено всі необхідні графи основного напису (рис.4,16, 11);
- відсутній або неправильно складений код (позначення) технологічного документу (Додаток А, графа 4 на рис.1);
- немає зв'язку між кодами основного й підпорядкованого документа (графи 4 й 22 на рис. 1);
- не подано службові символи (А, Б);
- не зазначено через кому код операції або устаткування;
- текст виходить за межі графи (колонки). (Межі граф на бланку позначені крапками, зарубками або відсутні, але орієнтиром є колонки рядків «А» і «Б» в основному написі);
- відсутні позначення документів, передбачені рядком під службовим символом «А» (див. табл.5, рис.12).

Приклад маршрутної карти, оформленої відповідно до ГОСТ 3.1118–84, наведено на рисунках 4.1 та 4.2

													02070743.01140.00001		2	1				
Розроб.					ДВНЗ НГУ			ТТМКПІТОТДІМммХХ-Х.15.01							02070743. 10140.00041					
Норм.					Вал-шестерня															
M01	Сталь 20Х2Н4А ГОСТ 4543-71 / Штампування ГОСТ 8479-70																			
M02	Код	ОВ	МД	ОН	Н. розк.	КВМ	Код загот.	Профіль та розміри				КД	МЗ							
	-	кг	1,1	1	2,05	0,57	штампування	Ø48x214				1	1,93							
А	Цех	Діл.	РМ	Опер	Код, найменування операції					Позначення документа										
Б	Код, найменування обладнання							СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К _{шт.}	Т _{п.з.}	Т _{шт.}		
А 01	10	2	20	05	4269, Фрезерно-центрувальна					02070743.60140.04101; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-11										
Б 02	041231, МР71							-	18632	3	-	1	1	1	119					
03																				
А 04	10	1	5	10	4117, Токарно-копіювальна					02070743.60140.04102; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-5										
Б 05	041170, 1719Ц							-	18225	4	-	1	1	1	119					
06																				
А 07	10	1	18	15	4233, Токарна з ЧПК					02070743.60140.04103; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-5										
Б 08	041170, 16Б16Т1							-	15292	5	-	1	1	1	119					
09																				
А 10	10	3	65	20	4131, Круглошліфувальна					02070743.60140.04104; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9										
Б 11	041310, 3Б151								18873	3		1	1	1	119					
12																				
А 13	10	2	31	25	4271, Шпонково-фрезерна					02070743.60140.04105; ТТИ102.25240.00099; ТБ-ХХ										
Б 14	041600, ДФ96ГА							-	18632	4	-	1	1	1	119					

МК

Рисунок 4.1 - Приклад оформлення першого аркуша маршрутної карти за ГОСТ 3.1118-84

											02070743.01140.00001		2									
											ТТМКП.ТОТДІМммХХ-Х.15.01				02070743. 10140.00041							
А	Цех	Діл.	РМ	Опер	Код, найменування операції						Позначення документа											
Б					Код, найменування обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К _{шт.}	Т _{п.з.}	Т _{шт.}	
К/М					Найменування деталі, зб. одиниці або матеріала						Позначення, код						ОПП	ОВ	ОН	КР	Н _{под.}	
А 01	10	5	101	30	0260, Контрольна						02070743.60140.04106; ТТИ102.25240.00105											
Б 02	Стіл БТК										-		5	-	1	1	1	119				
03																						
А 04	10	4	92	35	4153, Зубофрезерна						02070743.60140.04107; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 5-9											
Б 05	041530, 53А10										-	12287	5	--	1	1	1	119				
06																						
А 07	3	4	37	40	5120, Термічна обробка																	
08																						
09																						
А 10	10	4	97	45	4163, Зубохонінгувальна						02070743.60140.04108; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9											
Б 11	041570, 5А913										-	12290	3	--	1	1	1	119				
12																						
А 13	10	3	67	50	4131, Круглошліфувальна						02070743.60140.04109; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9											
Б 14	041310, 3Б151										-	18873	4	--	1	1	1	119				
15																						
А 16	10	5	101	55	0260, Контрольна						02070743.30103.04110; ТТИ102.25240.00105											
Б 17	Стіл БТК										-		5	-	1	1	1	119				
18																						

МК

Рисунок 4.2 - Приклад оформлення наступних аркушів маршрутної карти за ГОСТ 3.1118–84

5 Призначення припусків і розрахунок міжопераційних розмірів

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску пов'язано зі збільшенням машинного часу при чорновій обробці, як у разі виконання додаткових обдирних проходів, так і за рахунок зниження режимів у випадку значної глибини різання. При цьому підвищується витрата різального інструменту й загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Мінімальні припуски на механічну обробку визначаються розрахунково-аналітичним методом. Однак, у даному проекті припуски встановлюються статистичним (табличним) методом і лише на дві поверхні, які зазначені в завданні. Цей метод дає завищені значення припусків (на 50 – 100% відносно мінімальних), зате він простий і зрозумілий. При цьому загальний припуск дорівнює припуску, призначеному на заготовку за НТД (див. підрозділ 3.2), а припуски на чистову обробку (після чорнової, якщо така передбачена МОП) по таблицях, що наведені в [12].

Загальноприйнята методика розрахунку припусків передбачає не тільки призначення номінального припуску на кожен технологічний перехід (операцію), але й розрахунок міжопераційних розмірів, граничних значень припуску, встановлення точності операційних розмірів. Ці дані є вихідними при виконанні таких проектних процедур як розрахунок режимів різання, оформлення операційних карт і карт ескізів на технологічні операції. Для зручності розрахунку й наочного подання результатів рекомендується таблична форма, наведена нижче.

МОП Зовнішня $\varnothing 42f7 \begin{pmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{pmatrix}$	Припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				d_{min}	d_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Заготовка		45,550	2000	45,6	47,6		
Точіння чорнове	2,2	43,350	250	43,40	43,65	2,2	3,95
Точіння чистове	1,0	42,350	62	42,350	42,412	1,05	1,238
Шліфування	0,4	41,950	25	41,950	41,975	0,4	0,437

Увага 

Принципова помилка, якщо метод обробки поверхні в цій таблиці не відповідає встановленому методу для тієї ж самої поверхні в підрозділі 4.1.

У пояснювальній записці таблиця може об'єднувати інформацію для двох поверхонь, але їй повинна передувати ілюстрація методики розрахунку для однієї з цих поверхонь, як у прикладі 1 з додатку А [12], але без зайвої деталізації і без схеми розташування припусків.

6 Детальна розробка операцій технологічного процесу

Проектування окремо взятої операції технологічного процесу завершується розробкою технологічної документації, яка містить всебічну й вичерпну (максимально деталізовану) інформацію про зміст і технічне оснащення операції, технологічні режими обробки та їх трудомісткість. А сукупність технологічних документів на всі операції, які включені в маршрутну карту, становлять комплект документів, що повністю відображає технологічний процес. Саме такий комплект має бути розроблено у роботі даному проєкті.

Усі етапи проектування технологічної операції тісно поєднанні, і тому для забезпечення вірогідності результатів необхідна певна послідовність проєктних процедур. Ця послідовність ілюструється в даному розділі.

1) Усі проєктні процедури, описані в підрозділах 6.1 – 6.3, спрямовані на формування комплексу технічної та технологічної інформації для окремо взятої операції, і тому в тексті пояснювальної записки не варто користуватися назвами підрозділів цих методичних рекомендацій.

2) З іншого боку, інформацію про кожну операцію в розділі 6 пояснювальної записки треба поділити за допомогою назв, які відображають номер та найменування операції.

3) Процедури, описані в підрозділах 6.3 та 6.4 даних рекомендацій, виконуються тільки для двох операцій, за вказівкою керівника проєкту після затвердження маршруту виготовлення деталі.

Порада 

6.1 Загальна характеристика операції

Загальна характеристика операції повинна містити інформацію, що дає можливість зіставити мету операції, прийняту схему базування й технологічні можливості верстата. Для цього треба охарактеризувати верстат і його конструктивні особливості, описати схему базування заготовки і призначити відповідний верстатний пристрій; навести стисло технічну характеристику верстата, в якій обов'язково звернути увагу на розміри оброблюваних деталей і конкретизувати параметри робочих рухів виконавчих органів.

Методичні рекомендації

Форма подання інформації в цьому підрозділі довільна, але логічна послідовність та її вичерпність за перерахованими вище напрямками обов'язкові. Для самоконтролю бажано проаналізувати написаний текст з метою пошуку відповіді на такі питання:

- номер і найменування операції відповідно до стандартів ЄСТД;
- найменування й модель металорізального верстата;
- характеристика компоновальної схеми й (або) принципу дії верстата, якщо це впливає на структуру, технологічне оснащення або трудовий вміст операції;
- технічні характеристики верстата, які визначають розміри робочої зони, параметри руху виконавчих органів, потужність приводу;
- характеристика верстатного пристрою і допоміжного оснащення;
- опис схеми базування заготовки (при необхідності наводиться ескіз);
- мета і структурна характеристика операції (кількість установів, позицій, технологічних або інструментальних переходів).

1. Перераховані вище питання не являють собою порядок викладу

Порада 

підрозділу. Окремий абзац може містити відповіді на кілька питань.
2. Оскільки подається загальна характеристика операції, не прагніть наводити дані, які надалі можуть змінитися або не будуть використовуватись у розрахунках і при оформленні техдокументації.

Як приклад нижче наведено варіант загальної характеристики операції.

Операція 05 Токарно–револьверна, виконується на токарно–револьверному верстаті 1П365, оснащеному шестипозиційною револьверною головкою з вертикальною віссю обертання, за п'ять технологічних переходів.

Деталь базується в трикулачковому клиновому патроні, 7102–0077 –1–1У ГОСТ 24351–80 по зовнішній поверхні діаметром 198 мм і нижньому торці фланця як показано на рисунку х.х.

Стисла характеристика верстата:

- *Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:
над станиною – 500
над верхньою частиною супорта – 320*
- *Найбільша відстань від торця шпинделя до РГ, мм – 1000*
- *Діаметр отвору шпинделя, мм 65*
- *Найбільше повздовжнє переміщення РГ, мм – 725*
- *Ряд частот обертання шпинделя, об/хв:
34;48;66;96;136;188;274;385;530;777;1080;1500*
- *Ряд подач револьверної головки, мм/об:
повздовжні– 0,09;0,12;0,17;0,18;0,25;0,35;0,5;0,7;1;1,35;1,4;2;2,7;
поперечні0,045;0,06;0,09;0,12;0,17;0,25;0,35;0,5;0,7;1;1,35.*
- *Потужність електродвигуна приводу головного руху, квт – 14*

6.2 Деталізація змісту технологічної операції

Деталізація змісту операції передбачає формулювання змісту кожного технологічного (інструментального) переходу, призначення різального і допоміжного інструментів з наданням їхніх позначень по НТД.

Методичні рекомендації

У разі застосування універсальних верстатів і верстатів-напівавтоматів, технологічний перехід характеризується постійністю оброблюваної поверхні, різального інструменту і параметрів робочого руху виконавчого органа верстата. Обладнання з ЧПК дозволяє використовувати один інструмент для обробки декількох поверхонь з різноманітними параметрами руху (інструментальний перехід). Тому для раціонального використання технологічних можливостей устаткування необхідно знати компоновальну схему верстата; наявність виконавчих механізмів, їх робочі й допоміжні рухи, а також особливості керування; види різального інструменту, способи його закріплення і зміни; приєднувальні розміри шпинделя, робочого столу та інструментального магазину. Ці дані наводяться в паспорті верстата (найбільш повні), каталогах металорізального обладнання і рідше в іншій довідковій літературі [1,8,13].

Таким чином, зміст переходу буде визначатися тим формоутво-

ренням, що може бути забезпечене одноразовим переміщенням робочого органу верстата із закріпленням на ньому інструментом або заготовкою на задану довжину з постійними параметрами руху, а кількість переходів – наявністю додаткових робочих органів, числом позицій револьверної головки або пристрою, а також можливістю керування параметрами руху при кожному переході.

При визначенні змісту переходу необхідно застосовувати найбільш повні записи, тобто такі, що можуть бути перенесені в операційну карту (окремі коректування пов'язані з вимогами ЄСТД до стислості формулювань і нумерації розмірів або поверхонь відповідно до операційного ескізу). Наприклад:

На першому переході, з першої позиції РГ виконується одноразове точіння торця і чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні діаметром 90d9 мм. Застосовується прохідний-підрізний різець 2103–0711 ГОСТ 20872–80, оснащений змінною багатогранною пластиною із твердого сплаву ВК6. Різець закріплюється в різцетримувачі 191711006 ОСТ2 У16–2–78.

Друга позиція РГ використовується для чорнового розточування отвору діаметром 60H8 мм. Застосовується розточувальний різець 2140–0030 ВК6 ГОСТ 18872–73, що фіксується в РГ за допомогою перехідної втулки 191746005 ОСТ2 У16–2–78.

Для операцій з більшою кількістю технологічних переходів (зазвичай це операції, що виконуються на верстатах з ЧПК) вищенаведена форма викладу нерациональна, бо має багато тексту і мало наочності. У такому випадку бажана таблична форма подання інформації. Наприклад, як наведено нижче:

Операція 20. Свердлувальна з ЧПК

Операція виконується на свердильному верстаті 2Р118Ф2, оснащеному СЧПУ ПЗ27 і шестипозиційною револьверною головкою. Заготовка базується в універсально-збірному пристрої по циліндричним поверхням двох отворів і нижньому торці деталі. Зміст та оснащення операції наведено в таблиці х.х.

Таблиця х.х

<i>№ пер.</i>	<i>Зміст інструментального переходу</i>	<i>Різальний інструмент</i>	<i>Допоміжний інструмент</i>
<i>1</i>	<i>Центрувати три отвори на діаметрі 183 мм.</i>	<i>Свердло 2317-0103 ГОСТ 14952-75</i>	<i>Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85</i>
<i>2</i>	<i>Свердлити три отвори діаметром 5,3^{+0,075} мм на глибину 20 мм під накочування різьби М6-5Н6Н.</i>	<i>Свердло 2300-0852 ГОСТ 19543-74</i>	<i>Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85</i>
<i>3</i>	<i>Цекувати опорну поверхню отворів на глибину 1 мм.</i>	<i>Зенківка 035-2350-0104 ОСТ2 И22-2-80, тип2</i>	<i>-</i>
<i>4</i>	<i>Зенкувати три фаски 0,8 × 45 °мм</i>	<i>Зенківка 2353-0134 ГОСТ 14953-80</i>	<i>-</i>

6.3 Розрахунок режимів різання й машинного часу на виконання переходів

Розрахунок режимів різання рекомендується виконувати за довідником [10]. Дозволяється використати й інший нормативний або керівний документ, але не можна «змішувати» різні методики розрахунку.

У курсовому проєкті розрахунок режимів різання виконується на дві різнохарактерні операції за вказівкою керівника. Причому, методика розрахунку ілюструється на одному технологічному переході, а для інших, якщо такі є, складається таблиця з остаточними результатами. Обсяг інформації в таблиці повинен бути достатнім для заповнення технологічної документації (операційної карти).

Приклад детальної розробки операції в повному обсязі, згідно з вимогами цих рекомендацій, наведено нижче.

Операція 05. Фрезерно–центрувальна

Операція здійснюється на фрезерно–центрувальному верстаті послідовної дії моделі МР–71 за два технологічних переходи. Заготовка базується в спеціальному пристрої при верстаті по зовнішній поверхні діаметром 26 мм.

Стисла характеристика верстата:

- *Розміри оброблюваної заготовки, мм*
діаметр – 22–125;
довжина – 200–500.
- *Найбільший хід головок, мм*
фрезерувальних – 225;
свердлувальних – 60.
- *Діаметр фрези, мм*
найменший – 50;
найбільший – 160.
- *Конус отвору фрезерних шпинделів, ГОСТ 836–72 №4.*
- *Діаметр свердла, мм*
найменший – 2;
найбільший – 6.
- *Ряд частот обертання фрези, об/хв. – 68;100;141;194,5;283;308;552;780.*
- *Ряд частот обертання свердла, об/хв. – 250;343;490;750;1050;1600.*
- *Діапазон подач ФГ (мм / хв.) при безступінчастому регулюванні 20–400.*
- *Ряд подач свердлувальної головки, мм/об – 0,037;0,058;0,083;0,125;0,175.*
- *Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт. – 1,7 (4,5; 7).*

На першому переході при переміщенні стола одночасно фрезеруються два тора розміру $172 \pm 0,8$ мм. Використаються дві торцеві фрези діаметром 50 мм (ліва й права) 2214-0321 ГОСТ 22088-76 з механічним кріпленням п'яти круглих твердосплавних пластин Т5К10. Фрези встановлюються безпосередньо в шпиндель.

На другому технологічному переході, у другій позиції стола, у двох торцях заготовки, виконується одночасне свердління двох центрових отворів діаметром 3,15 мм форми А, глибиною 7 мм комбінованим центрувальним свердлом зі швидкорізальної сталі 2317-0118 ГОСТ 14952–75.

Розрахунок режимів різання виконуємо за методикою, що наведена в довіднику [xx] з посиланням на відповідні таблиці. Матричне значення подачі при фрезеруванні торцевими фрезами дорівнює 0,14 мм/зуб. Глибина становить 3,4 мм. Ширина фрезерування з урахуванням максимального розміру заготовки до-

рівнює 24 мм. Матричне значення подачі уточнюється залежно від ступеня жорсткості технологічної схеми та змінних умов обробки за формулою:

$$S_Z = S_{Zm} \cdot K_{S_z} = S_{Zm} \cdot K_{S_{zc}} \cdot K_{S_{zu}} \cdot K_{S_z} \cdot K_{S_{z\phi}} = 0,14 \cdot 0,6 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,07 \text{ мм/зуб}, \quad (x.x)$$

де S_{Zm} – матричне значення, мм/зуб;

$K_{S_{zc}}$ – коефіцієнт, який враховує технологічні умови обробки;

$K_{S_{zu}}$ – коефіцієнт, який враховує матеріал фрези (табл. 114 с. 305);

K_{S_z} – коефіцієнт, який враховує шорсткість оброблюваної поверхні;

$K_{S_{z\phi}}$ – коефіцієнт, який враховує вид оброблюваної поверхні.

Визначаємо матричне значення швидкості різання (V_T) залежно від діаметра фрези, глибини фрезерування й уточненого значення подачі (S_Z). $V_T = 186$ м/хв.

Таблицне значення швидкості різання уточнюється залежно від ступеня жорсткості технологічної схеми та змінних умов обробки за формулою:

$$V = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{Vc} \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vu} \cdot K_{Vn} \cdot K_{Vo} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VB} = \\ = 186 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,2 = 100 \text{ м / хв}, \quad (x.x)$$

де V_T – матричне значення швидкості;

K_{Vc} – коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки;

K_{Vm} – коефіцієнт, враховує марку оброблюваного матеріалу;

K_{Vu} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту;

K_{Vn} – коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні;

K_{Vo} – коефіцієнт, який враховує умови обробки;

$K_{V\phi}$ – коефіцієнт, який враховує форму оброблюваної поверхні;

K_{VB} – коефіцієнт, який враховує відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної.

Визначаємо частоту обертання фрези (n), яка забезпечує необхідну швидкість, а саме:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 50} = 637 \text{ об/хв}, \quad (x.x)$$

де V – рекомендована швидкість різання; м/хв.;

D_ϕ – діаметр фрези, мм.

Розрахункове значення n корегується за паспортними даними верстата. Для подальшого розрахунків приймається найближче менше значення з ряду частот обертання шпинделя. Приймаємо 552 об/хв. Допускається збільшене значення частоти обертання, якщо воно не перевищує 5% від розрахункового.

Тоді розрахункова подача:

$$S = S_Z \cdot z \cdot n = 0,07 \cdot 5 \cdot 552 = 193,2 \text{ мм / хв}. \quad (x.x)$$

забезпечується безступінчастим регулюванням коробки подач верстата.

Допускаючи, що довжина робочого ходу столу, з урахуванням ширини фрезерування (24мм) і довжини врізання та перебігу фрези (6мм), дорівнює 30 мм, визначаємо машинний час на виконання даного переходу, а саме:

$$T_{\text{маш}} = \frac{L_{px}}{S_m} = \frac{30}{193} = 0,16 \text{ хв} \quad (x.x)$$

Режими різання на другий технологічний перехід наведені в таблиці х.х
Таблиця х.х

Перехід	t , мм	S , мм/хв	$L_{рх}$, мм	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв
2	1,6	133	7	16	1600	0,05	0,02

6.4 Розрахунок технічної норми часу

Норма часу – це регламентований час на виконання певного об'єму робіт у відповідних виробничих умовах. Якщо норма часу встановлюється на об'єм робіт, який дорівнює одиниці нормування при виконанні технологічної операції, то її називають нормою штучного часу ($T_{ш}$). Саме таку норму часу треба визначити в курсовому проєкті на дві детально розроблені технологічні операції. Вона визначається по формулі:

$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{воп})}{100} \right], \quad (6.1)$$

де T_o – основний (машинний) час, хв;

T_d – допоміжний час, що складається із часу на встановлення й зняття деталі, часу, пов'язаного з переходом, часу на виміри, зміну інструмента й зміну режимів різання, хв;

$a_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, % від оперативного ($T_o + T_v$);

$a_{воп}$ – час на відпочинок й особисті потреби, % від оперативного ($T_o + T_v$).

Основний час на виконання операції був розрахований в підрозділі 6.3, а інші складові формули 6.1 визначаються з використанням норм часу, які отримуються з чинних нормативів (наприклад [9]) за таким переліком:

- допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття заготовки
- час на обслуговування робочого місця
- час перерв на відпочинок й особисті потреби
- підготовчо-заклучний час

Залежно від виду застосовуваного верстата й характеру виконуваної на ньому роботи в нормативах передбачений різний ступінь укрупнення норм і два методи визначення допоміжного часу на операцію:

1. При розрахунку норм штучного часу для робіт, що виконуються на універсальному верстаті, призначеному для багатоопераційних робіт (карти 18-58), визначення допоміжного часу на операцію полягає в знаходженні по відповідних картах і подальшому підсумовуванні:

- часу на встановлення й зняття деталі;
- часу на прохід (або обробку поверхні), який визначається для кожного переходу операції;
- часу на зміну режиму роботи верстата, зміну інструмента й переміщення частин верстата, на сполучення осей при розточуванні, на виводи свердла для видалення стружки;
- часу на контрольні виміри поверхонь.

2. Для верстатів, які призначені, в основному, для виконання одне перехідних операцій (карти 59-85), тобто процес обробки здійснюється без зміни ре-

жиму роботи верстата й зміни інструмента, допоміжний час встановлюється у вигляді укрупненого комплексу прийомів на операцію. Для верстатів цієї групи допоміжний час визначається по картах нормативів відповідно до характеру обробки без наступного підсумовування окремих складових. Виключення становлять окремі типи верстатів цієї групи, для яких враховується час на додаткові прийоми, який додається на операцію у випадку зміни змісту роботи. Час на контрольні виміри деталей на цих верстатах враховується тільки в тих випадках, якщо він більше основного часу і в частині, яка не перекривається основним часом.

Наведені в збірнику нормативи часу розраховані для нормування робіт при обслуговуванні робітником одного верстата. При нормуванні багатOVERСТАТНИХ робіт для розрахунку норми часу крім наведених нормативів часу необхідно користуватися методичними вказівками й нормативами часу для нормування багатOVERСТАТНИХ робіт (додаток 17).

Нормативний час у збірнику подається на середню тривалість обробки партії деталей та трудомісткість операції. Для врахування серійності в нормативах передбачені поправочні коефіцієнти (карта 1), які помножуються допоміжний час, визначений по нормативах.

Особливістю нормування операцій механічної обробки на верстатах зі ЧПК є те що основний час і час, що пов'язаний з переходом, представляють єдину величину, тому що час автоматичної роботи верстата по програмі включає по суті як основний, так і допоміжний час. Це описується формулою:

$$T_a = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{XB}} + T_{авх} + T_{зуп}, \quad (6.2)$$

де L_i – довжина шляху, що проходить інструмент або деталь у напрямку подачі при обробці i -ї ділянки траєкторії, мм;

S_{XB} – хвилинна подача на i -тій технологічній ділянці, мм/хв;

n - число технологічних ділянок траєкторії;

$T_{авх}$ – час на виконання автоматичних допоміжних ходів, хв;

$T_{зуп}$ – час технологічних пауз, хв.

Час допоміжної роботи, що не перекривається часом автоматичної роботи верстата включає: час на установку й зняття деталі ($t_{вст}$); час, пов'язаний з виконанням операції ($t_{вон}$); час на контрольні виміри деталі ($t_{контр}$). Цей час коректується поправочним коефіцієнтом ($k_{сер}$), що залежить від серійності виробництва і визначається по формулі:

$$k_{сер} = 4,17 \cdot \left[(T_a + T_d) \cdot n + T_{пз} \right]^{0,216}, \quad (6.3)$$

де n - розмір партії деталей, шт;

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, який складається з часу на організаційну підготовку робочого місця: встановлення, підготовку й зняття пристрою; налагодження верстата й інструмента; пробний прохід по програмі.

У цьому випадку формула 6.1 набуває виду:

$$T_{ш} = (T_a + T_d \cdot k_{сер}) \cdot \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{воп})}{100} \right] \quad (6.4)$$

Для умов серійного виробництва штучно-калькуляційний час на виготовлення однієї деталі розраховується по формулі:

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (6.5)$$

Методичні рекомендації

При виконанні цього підрозділу необхідно надати максимально обґрунтовану інформацію про умови нормування. Особливо це стосується визначення допоміжного часу на контрольні виміри, який перекривається машинним часом і залежить від змісту технологічних переходів, особливостей роботи верстата, ступені його механізації і автоматизації.

Для наочності і запобіганню можливих помилок розрахунків норми часу рекомендується оформлювати в вигляді таблиці, яка подається після пояснень в тексті змісту і значень вихідних даних. Приклад виконання цього підрозділу при визначенні технічної норми часу на токарну операцію, яка здійснюється на верстаті з ЧПК наведений нижче.

Структурні складові технічної норми часу на операцію й результати розрахунку штучно-калькуляційного часу на виготовлення однієї деталі розраховані з використанням [xx] і наведені в таблиці xx.

Допоміжний час на встановлення й зняття деталі вагою до 8 кг у самоцементуючому патроні, без вивірки із кріпленням пневматичним затискачем дорівнює 0,25 хв.

Підготовчо-заключний час передбачає виконання наступної роботи:

- одержання наряду, технічної документації й необхідного інструктажу;
- ознайомлення з роботою й кресленнями;
- підготовка робочого місця, налагодження верстата, інструмента й пристроїв;
- пробна обробка деталі на верстатах, що працюють на однопровідних операціях інструментом, встановленим на розмір;
- зняття інструмента й пристрою після закінчення обробки партії деталей.

Для даної операції підготовчо-заключний час становить 45,5 хв і враховує наступні види витрат:

- організаційна підготовка середньої складності з п'ятьма інструментами в налагодженні-16 хв;
- установити й зняти інструмент у різцетримач або втулку $5 \times 2 = 10$ хв;
- установити й зняти інструмент у револьверній головці- $5 \times 1 = 5$ хв;
- ввести програму на пульті керування - 1,5 хв;
- установити вихідні координати й коректори інструментів - $5 \times 2 = 10$ хв;
- виготовлення пробної деталі - 3 хв

Структурні складові норми часу		Значення, хв	
T_o	Час автоматичної роботи верстата по програмі	2,63	
T_o	Допоміжний час на встановлення й зняття заготовки	0,25	
	Допоміжний час, що пов'язаний з виконанням переходів	0,60	
	у тому числі:		
	поворот і фіксація револьверної головки	5х0,08	
	відкрити й закрити загороджувальний щиток	0,05	
	вивести у вихідне положення й запустити програму з пульта	0,15	
	Допоміжний час на контрольні виміри	1,21	
	у тому числі:		
	час що перекривається	вимір штангенциркулем	
		розміри 20,5; 31,6; 62	3х0,1
Ø85; Ø88		2х0,13	
Ø130		0,16	
контроль шаблоном			
фаски		2х0,1	
	канавка шириною 7,5 мм	0,13	
	канавка шириною 2,8 мм	0,07	
$T_{оп}$	Оперативний час (2,63+0,25+0,60)	3,48	
$T_{пз}$	Підготовчо-заключний час	45,5	
$K_{сер}$	Коефіцієнт серійності (ф.хх)	1,05	
$T_{опз}$	Час на обслуговування робочого місця, 4% від $T_{оп}$	0,14	
$T_{вон}$	Час на відпочинок й особисті потреби 4% від $T_{оп}$	0,14	
$T_{шт}$	Штучний час на виконання операції (ф.хх)	3,80	
$T_{шк}$	Штучно-калькуляційний час (ф.хх)	4,09	

На цьому етапі детальна розробка операції завершується. Отримана вся необхідна інформація для оформлення операційної карти. Але бажано представити її компактно і структуровано в табличному виді, як показано нижче. Це особливо доцільно при виконанні дипломного проекту, бо немає необхідності наводити всі розрахунки, але результати по кожній операції знаходять своє відображення в технологічній документації

Порада 

Операція 05. Фрезерно-центрувальна							
Модель верстата	Пристрій	T_o	T_p	$T_{пз}$	$T_{шк}$		
		хв	хв	хв	хв		
MP-71	При верстаті	0,98	0,98	23	2,38		
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1. Фрезерувати одночасно два торці		Фреза 2210-0075 ГОСТ 9304-69; Фреза 2210-0076 ГОСТ 9304-69			Оправка 6220-0197 ГОСТ 13041-83 (2)		
2. Свердлити центрові отвори с двох боків		Сверло 2317-0113 ГОСТ 14952-75 (2)			Патрон К2.475.000-01 ТУ2 035-489-76 (2)		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	$L_{ны}$, мм	V, м/хв	n, об/хв	T_e , хв	$T_{ш}$, хв
1	3,4	190	30	100	552	0,16	0,05
2	1,6	133	7	16	1600	0,05	0,02

6.5 Оформлення технологічної документації

Технологічна документація на операцію механічної обробки оформлюється у вигляді операційної карти (ОК) за ГОСТ 3.1404–86 і карти ескізів (КЕ) за ГОСТ 3.1105–84. Ці документи тісно пов'язані, оскільки використовуються в комплекті. Карти оформляються на спеціальних бланках. Вся технологічна інформація, необхідна для заповнення бланків, набувається при виконанні підрозділів 6.1 – 6.4 даних рекомендацій.

При заповненні бланків варто керуватися методичним посібником [5]. Він містить правила й приклади заповнення бланків, а також посилання на джерела, що містять додаткову інформацію (позначення технологічних документів, коди технологічного оснащення та ін.).

У курсовому проекті розробляється комплект карт на всі операції механічної обробки. Допускається не заповнювати графи, які містять дані про витрати праці, а також рядки під службовим символом «Р» для операцій на які не встановлювалися режими різання і не розраховувалася норма штучного часу.

Комплект технологічної документації оформляється відповідно до вимог стандартів ЄСТД, що наведені в [5], брошується в окремий документ і включає:

- титульний аркуш за ГОСТ 3.1105–84;
- маршрутну карту технологічного процесу за ГОСТ 3.1118–82;
- операційну карту та карту ескізу на кожну операцію механічної обробки, що включені в маршрутну карту.

Увага



При оформленні технологічної документації доволі часто трапляються неточності і навіть помилки. Нижче наводиться перелік найбільш поширених з них:

- не вірно призначений код технологічного документу (зазвичай його середня частина, бо не відповідає коду конкретного документа);
- позначення взаємопов'язаних документів не дотримано для всього комплекту або занесене не в ту графу (Комплект документів, МК, ОК, КЕ);
- не вірно призначений код професії, або розряд роботи не відповідає здоровому глузду;
- не використовуються зовсім або частково службові символи «А», «Б», «О», «Т», «Р»;
- не наведені коди операцій, обладнання або технологічного оснащення;
- не вказана СЧПК, або позначення програми для програмної операції;
- не вказується час на виконання переходів, або занесений не в ту графу;
- записи в бланку перетинають кордони сусідньої графи в межах одного службового символу;
- позначення пристрою, контрольного, ріжучого або допоміжного інструменту не відповідають НТД (довільне або не повне);
- позначення розмірів або поверхонь на карті ескізу не відповідає змісту технологічного переходу або оформлене з порушенням вимог ЄКСД та ЄСТД;.

На рисунках 6.1 - 6.4 наведено приклади оформлення операційної карти та карти ескізу на досить об'ємну операцію механічної обробки.

										02070743.10140.0160		2	1
Розроб				ДВНЗ НГУ	ТМ.КП.ТОГДІМмХХ-Х.15.01					02070743. 60146.01601			
Н. контр.				Вісь диференціалу						8	2	31	05
Найменування операції			Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОВД	
Програма			Сталь 45		202...234	кг	9,6	Ø70x435			13,1	1	
Обладнання, система ЧПК			Позначення програми		То	Тд	Тпз	Тшт	ЗОР				
6904ПМФ2, «Размер 2М»			1602-05						Емульсія 2-5% НГЛІ-205				
Р			III	D або B, мм		L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/хв.	V, м/хв.		
О 01	1. Встановити, закріпити та зняти деталь										1,2		
Т 02	293260, Пристрій спеціальний												
03	Позиція 1												
О 04	2. Фрезерувати торці, витримуючи розмір 1(431±0,775)										0,2	0,09	
Т 05	291232, Оправка 191431054 ТУ2 035-697-79; 282143, Фреза 2210-0075 ГОСТ 9304-69;												
Т 06	411000, Штангенциркуль ШЩ-III -500-0,05 ГОСТ 166-89												
Р 07			1	100	73	5,5	1	800	630	213,8			
О 08	3. Свердлити центрові отвори, витримуючи розміри 7-10, зацентрувати два отвори, витримуючи розмір 2										0,2	0,23	
Т 09	291110, Патрон 191113050 ТУ2 035-490-76; 282430, Свердло 2317-0009 ГОСТ 14952-75; 417000, Шаблон												
Р 10			3	10	14,5	5	3	63	1000	32			
О 11	4. Свердлити 2 отвори, витримуючи розміри 2, 3, 6(Ø11,8 ^{+0,26})										0,3	0,80	
Т 12	291110, Патрон 191113050 ТУ2 035-490-76; 282430, Свердло 035-2301-1024 ОСТ2 И20-2-80;												
Т 13	411000, Штангенциркуль ШЩ-I -125-0,1 ГОСТ 166-89; 414000, Калібр-пробка 8133-0926 11,8 ^{+0,26} ГОСТ 14810-69												
Р			5	11,8	40	5,9	2	100	500	18,4			

ОК

Рисунок 6.1 Приклад оформлення першого аркушу операційної карти за ГОСТ 3.1404–86

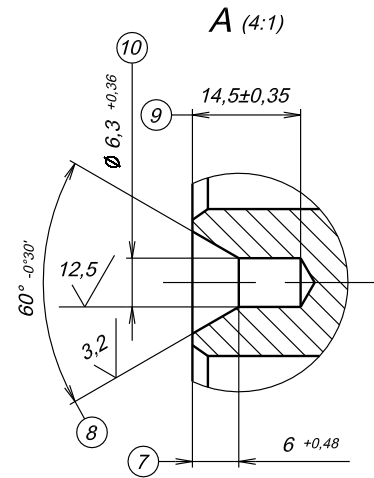
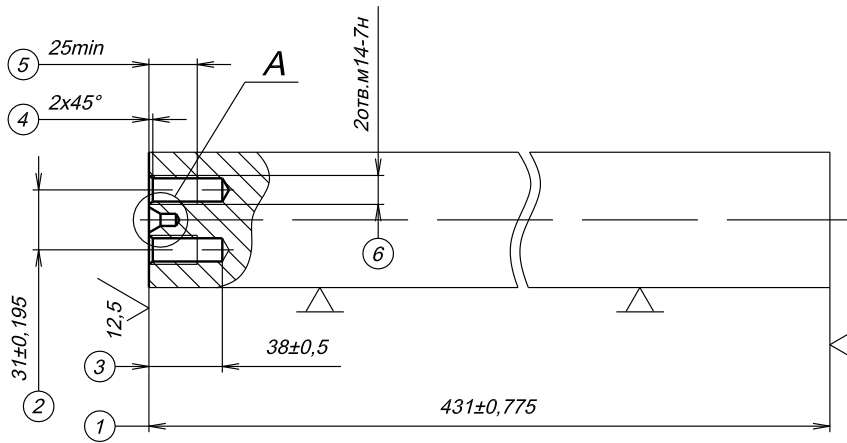
							02070743.10140.01602	2		
							ТТМКПТОТДІМммХХ-Х.1501	02070743. 60146.01601	05	
Р		III	D або B, мм	L, мм	l, мм	i	S, мм/хв	п, об/хв	V, м/хв	
01										
О 02	5. Зенкувати дві фаски, витримуючи розмір 4							0,3	0,12	
Т 03	291431, Втулка перехідна 191831072 ТУ2 035-762-80; 282460, Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон									
Р 04		7	15	2,5	2	2	40	400	19,8	
05										
О 06	6. Нарізати різблення в двох отворах, витримуючи розміри 5, 6							0,3	0,36	
Т 07	291332, Державка 191112051 ТУ2 035-763-80; 291130, Патрон 161221030 ТУ2 035-681-79;									
Т 08	283240, Мітчик 035-2620-0534 ОСТ2 И52 -1-74; Пробка8221-3059 7НГОСТ 17758-72									
Р 09		9	14	70	-	2	2 мм/об	200	8,8	
10										
О 11	7. Повернути стіл на 180°							0,1	-	
12	Позиція 2									
О 13	8. Фрезерувати торець, витримуючи розмір $1(431 \pm 0,775)$							0,2	0,09	
Р 14		1	100	73	5,5	1	800	630	213,8	
15										
О 16	9. Свердлити центровий отвір 1, витримуючи розміри 7-10							0,2	0,23	
Р 17		3	10	14,5	5	1	63	1000	32	
18										

ОК

Рисунок 6.2 Приклад оформлення наступного аркушу операційної карти за ГОСТ 3.1404-86

Розроб				ДВНЗ НГУ	ТТМ.КП.ТОТДІМмХХ-Х.15.01	02070743.60146.01601	2	1		
							02070743. 20146.01601			
Н. контр.				Вісь диференціалу			8	2	31	05

Позиція 1

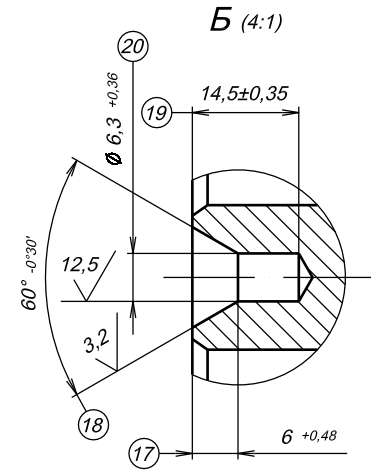
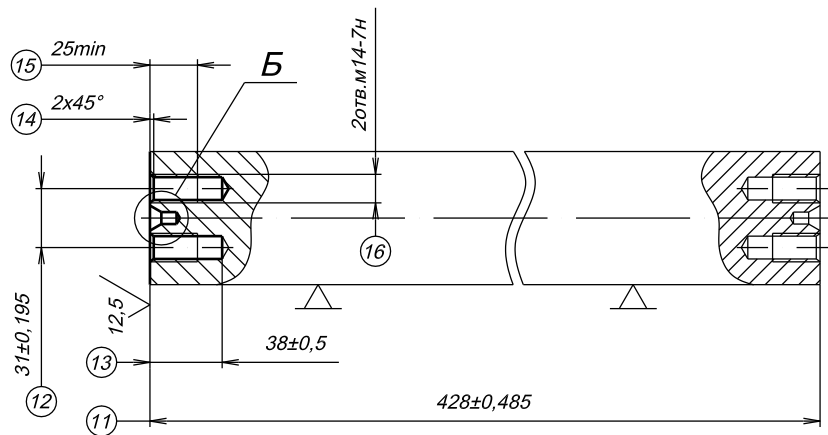


42

КЕ

Рисунок 6.3 Приклад оформлення першого аркушу карти ескізу за ГОСТ 3.1105-84

Позиція 2



6.6 Проектування карти налагодження

Карта налагодження – це графічний технологічний документ, що застосовується зазвичай у навчальних цілях й ілюструє схему базування заготовки в пристрої, обстановку в робочій зоні верстата, технологічне оснащення операції та режими різання. В цілому карта налагодження наочно представляє інформацію, що набута в результаті детальної розробки технологічної операції, і проектується з дотриманням таких вимог:

- документ оформляється на аркушах стандартних форматів для графічних документів, передбачених ЄСКД;
- зображення деталі, інструмента й обстановки виконується без певного масштабу, але з дотриманням пропорцій;
- карта налагодження має назву (як на плакаті), що, як правило, розміщується посередині аркуша й містить інформацію про номер операції, її найменування, модель верстата й системи ЧПК;
- заготовка зображується в робочому положенні відносно робочих органів верстата (таке зображення можна назвати фронтальною проекцією робочої зони верстата);
- схема базування заготовки визначається спрощеним (схематичним) зображенням пристрою або його встановлювальних елементів;
- поверхні, які оброблюються на даній операції, виділяються лініями подвійної товщини з позначенням усіх розмірів, граничних відхилень і параметрів шорсткості, що відповідають етапу обробки. Для забезпечення повноти інформації застосовуються стандартні прийоми машинобудівного креслення – види, перетини, розрізи, елементи збільшення.
- зображення різального інструменту може не відповідати в деталях реальному, але подає достовірну інформацію про вид, конструкцію та спосіб кріплення інструменту на верстаті;
- поряд із зображенням робочих органів верстата (шпиндель, супорт, стіл і т. ін.) позначається напрям робочого руху та його значення, якщо воно не наведено в таблиці;
- для одноперехідної операції, коли обробка однієї або декількох поверхонь здійснюється внаслідок одноразового переміщення супорта або стола верстата, інструмент зображується в положенні, яке відповідає кінцеві робочого ходу;
- при багатопозиційній або багатопрохідній обробці наводиться зображення деталі й стан оброблюваних поверхонь у кожній позиції стола або револьверної головки;
- для верстатів зі ЧПК схематично зображується траєкторія руху інструмента з позначенням номерів опорних точок і точки початку програми. У цьому випадку різальний інструмент зображується в точці початку руху по програмі;
- на вільному полі креслення міститься таблиця з параметрами робочих рухів, позначенням ріжучих і допоміжного інструментів для кожного технологічного або інструментального переходу.

У курсовому проєкті карту налагодження проєктують на 2–3 операції згідно з завданням. Далі на рисунках 6.5-6.32 наведені приклади виконання таких карт.

Операция 05, Токарно-револьверна Верстат 1Г325

$T_0 = 0,72$ хв., $T_d = 0,76$ хв., $T_{ПЗ} = 38,5$ хв., $T_{ШК} = 2,05$ хв.

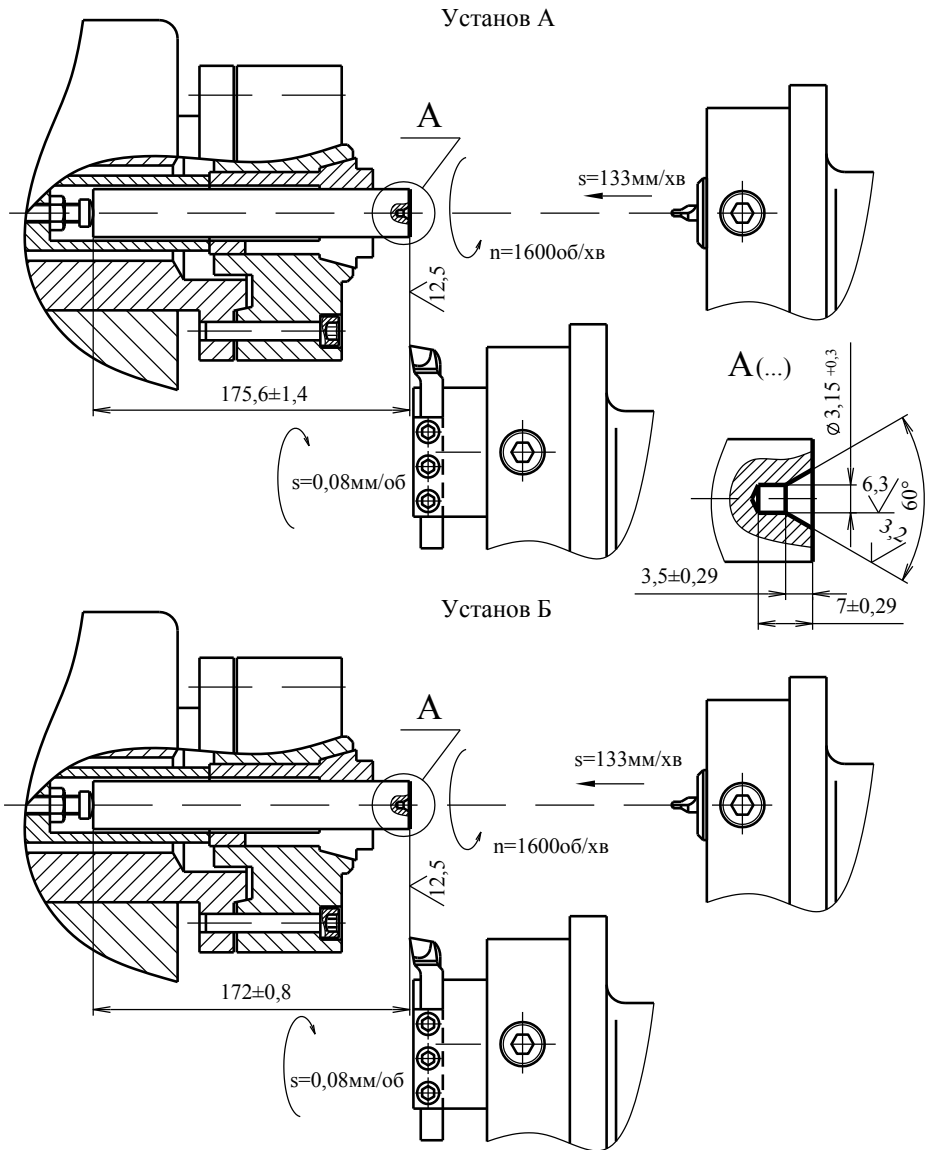


Рисунок 6.5

Операція 10, Токарно-копійувальна Верстат 1719Ц

РГ1, позиція копіра 1					
Інструмент	Резець 2102-0306 ГОСТ 21151-75 тип4				
Параметри процесу різання	$V_c, \text{м/хв}$	$n, \text{об/хв}$	$s, \text{мм/хв}$	$T_{рх}, \text{хв}$	$T_{хх}, \text{хв}$
	37,4	250	62,5	1,76	0,10
РГ1, позиція копіра 3					
Інструмент	Резець 2102-0306 ГОСТ 21151-75 тип4				
Параметри процесу різання	$V_c, \text{м/хв}$	$n, \text{об/хв}$	$s, \text{мм/хв}$	$T_{рх}, \text{хв}$	$T_{хх}, \text{хв}$
	67,7	800	128	0,17	0,10

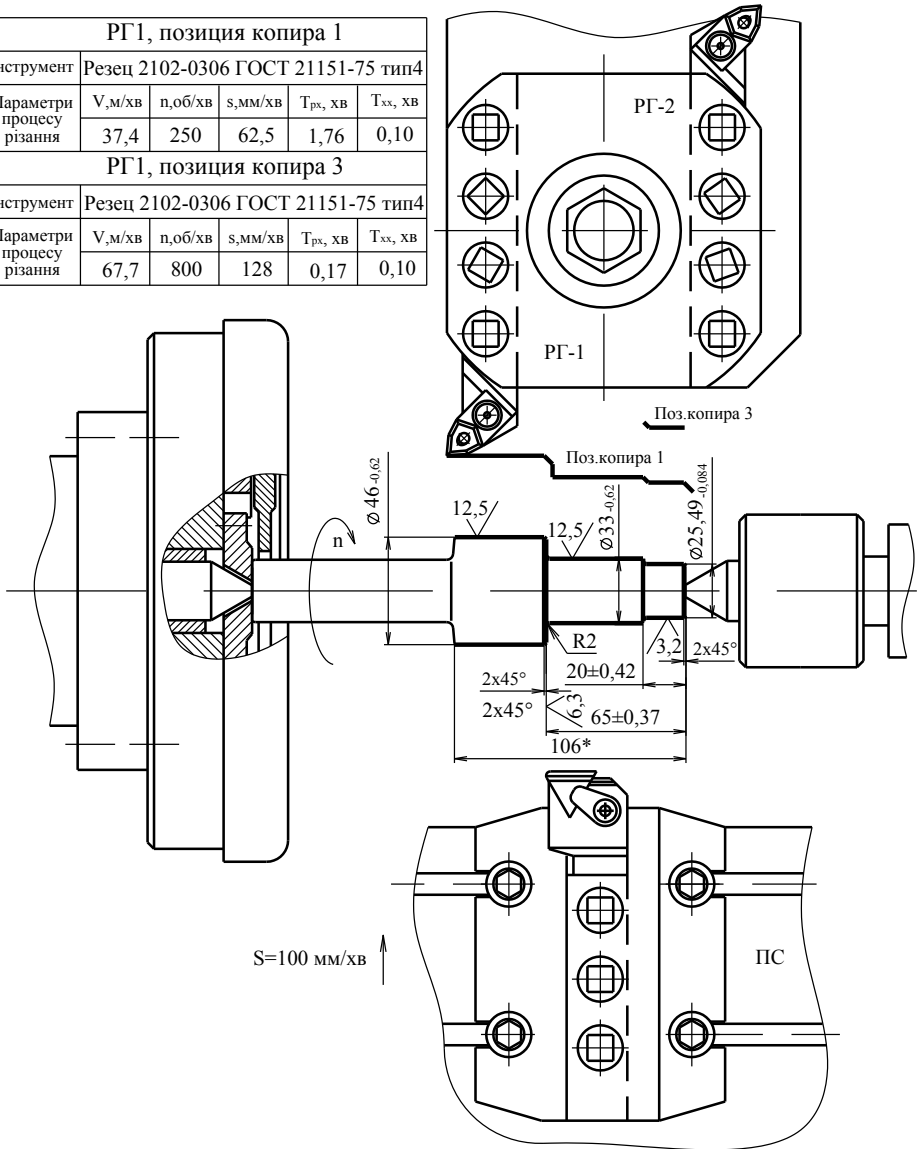
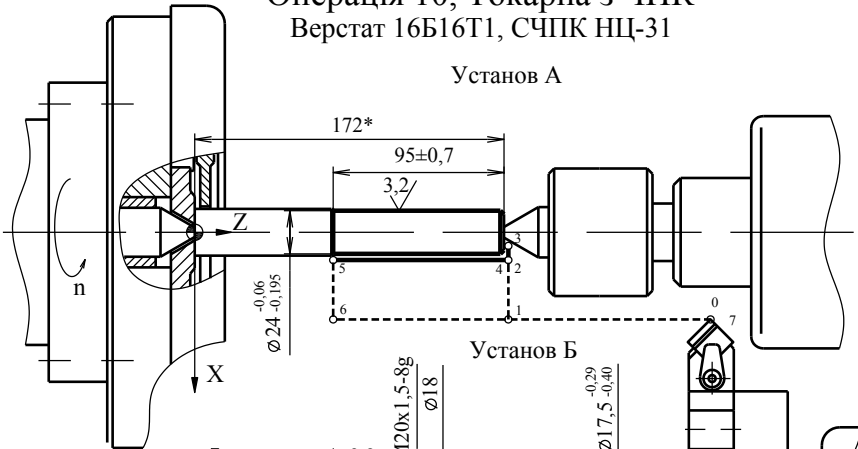


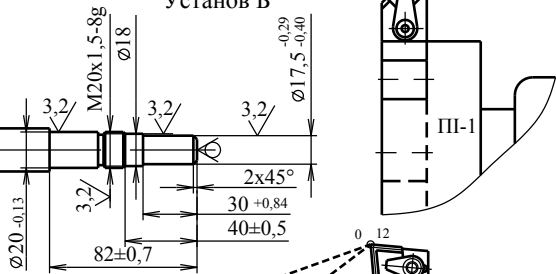
Рисунок 6.6

Операція 10, Токарна з ЧПК Верстат 16Б16Т1, СЧПК НЦ-31

Установ А



Установ Б



Позиція РГ ПІ-1					
Інструмент	Різець 2100-1907 ГОСТ 26611-85				
Параметри процесу різання	V, м/хв	f, об/хв	S, мм/хв	T _с , хв	T _д , хв
	129	1400	322	0,2	0,31
Позиція РГ ПІ-2					
Інструмент	Різець 2100-2181 ГОСТ 26611-85				
Параметри процесу різання	V, м/хв	f, об/хв	S, мм/хв	T _с , хв	T _д , хв
	76	900	198	0,53	0,18
Позиція РГ ПІ-3					
Інструмент	Резець К01.4525.000 ВНИИИ				
Параметри процесу різання	V, м/хв	f, об/хв	S, мм/хв	T _с , хв	T _д , хв
	67	900	36	0,08	0,14
Позиція РГ ПІ-4					
Інструмент	Резець К01.4526-01 ВНИИИ				
Параметри процесу різання	V, м/хв	f, об/хв	S, мм/хв	T _с , хв	T _д , хв
	29	450	1,5 мм/об	0,18	0,15

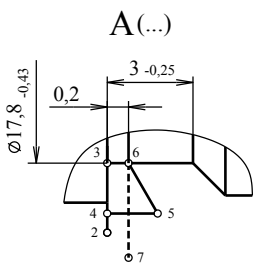
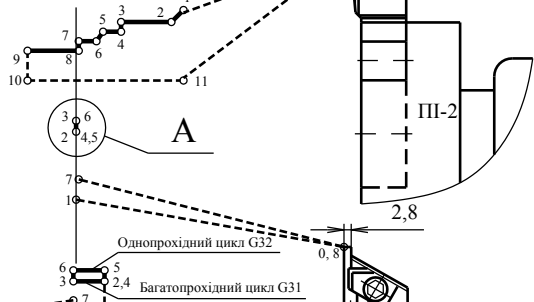


Рисунок 6.7

Операція 05, Токарна з ЧПК
Верстат 1В340Ф30, НЦ-31

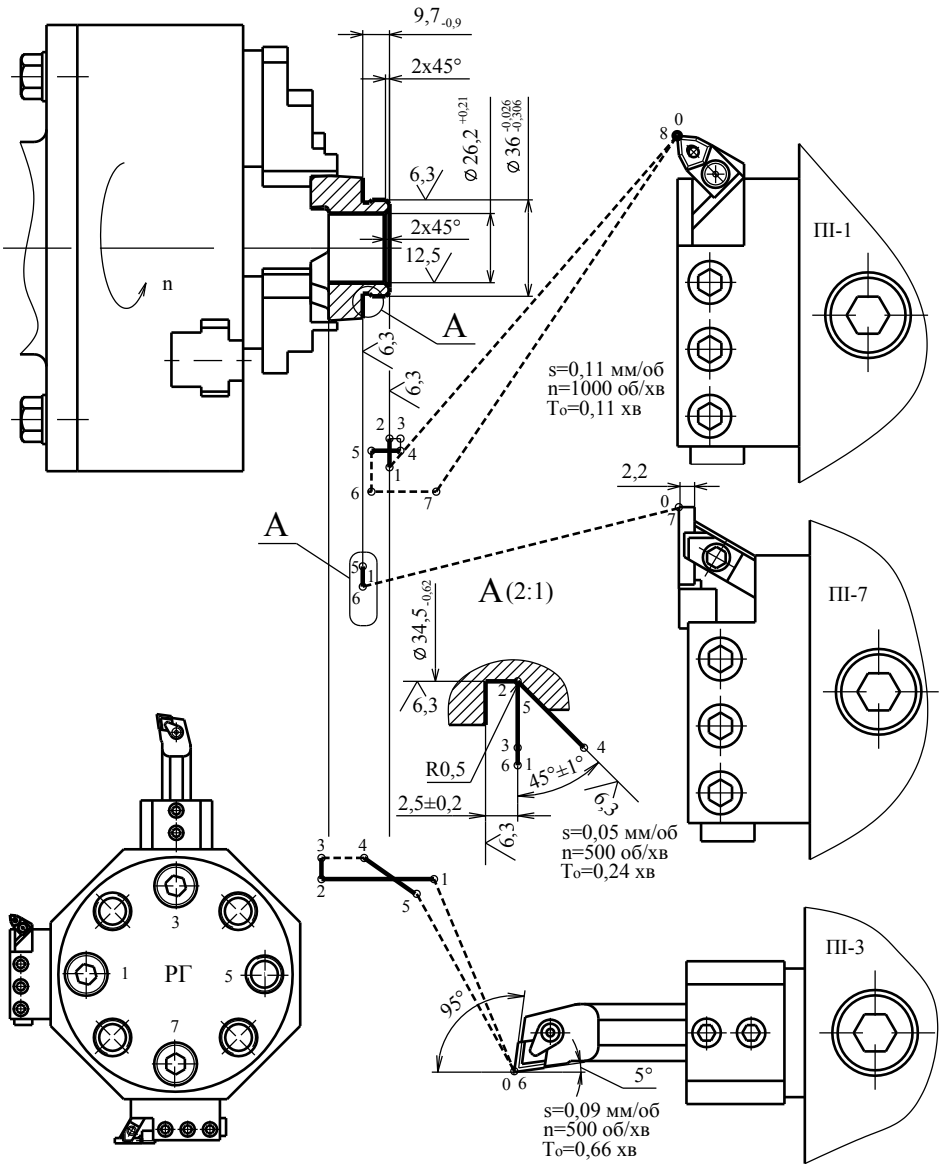


Рисунок 6.8

Операція 10, Токарна з ЧПК Верстат 1713Ф3, СЧПК Н22-1М

64

III-1	Інструмент	Резець 2102-0312 тип4 ГОСТ 21151-75				
	Оснащення	Блок П11752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74				
III-2	Інструмент	Резець 2102-0312 тип4 ГОСТ 21151-75				
	Оснащення	Блок П11752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74				
III-3	Інструмент	Резець К.01.4525.000-01 ВНИИи				
	Оснащення	Блок П11752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74				
III-1	Параметри процесу різання	V, м/хв	n, об/хв	s, мм/хв	T _с , хв	T _п , хв
		126,2	500	170	1,47	0,1
III-2	Параметри процесу різання	V, м/хв	n, об/хв	s, мм/хв	T _с , хв	T _п , хв
		225,8	1000	70	1,57	0,1
III-3	Параметри процесу різання	V, м/хв	n, об/хв	s, мм/хв	T _с , хв	T _п , хв
		123,9	500	170	0,15	0,1

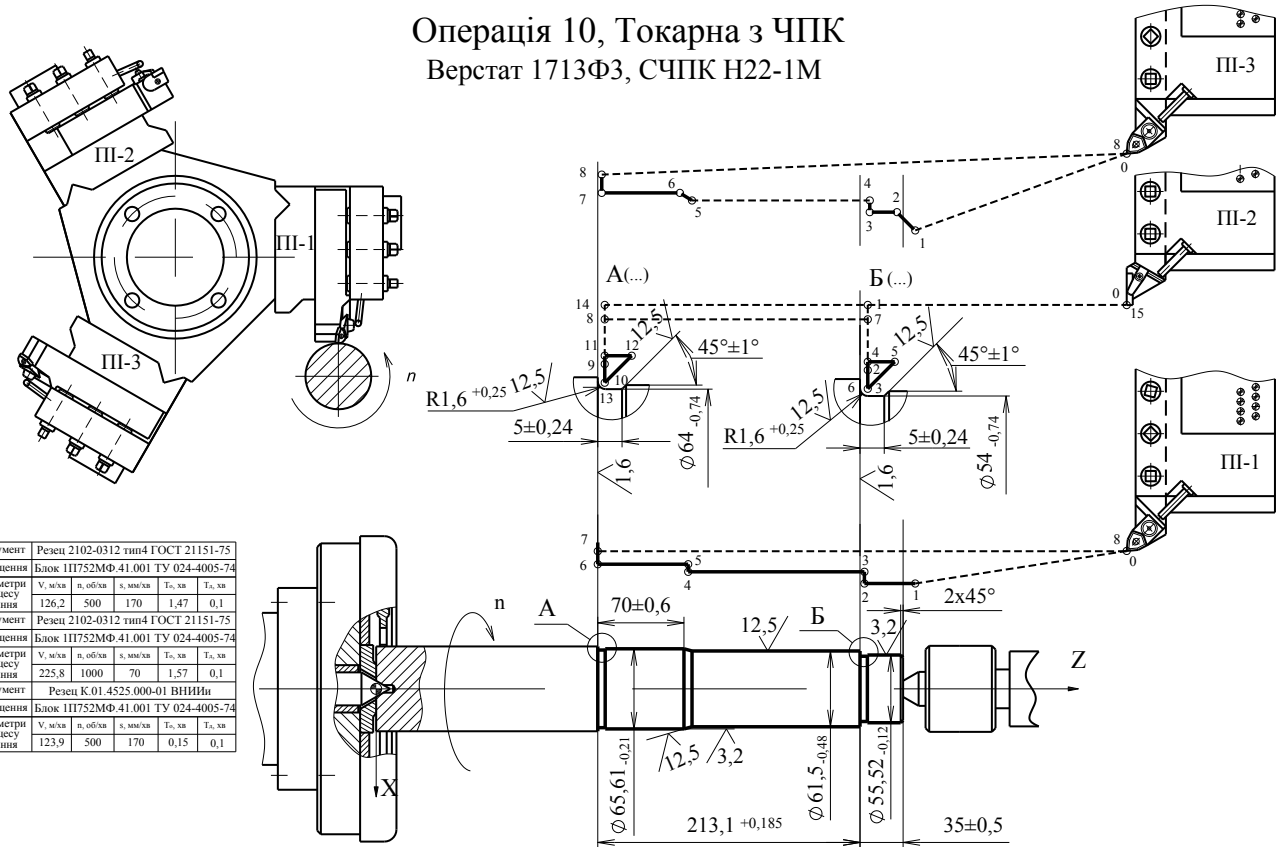


Рисунок 6.9

Операція 10. Вертикально-свердлувальна Верстат 2Н125

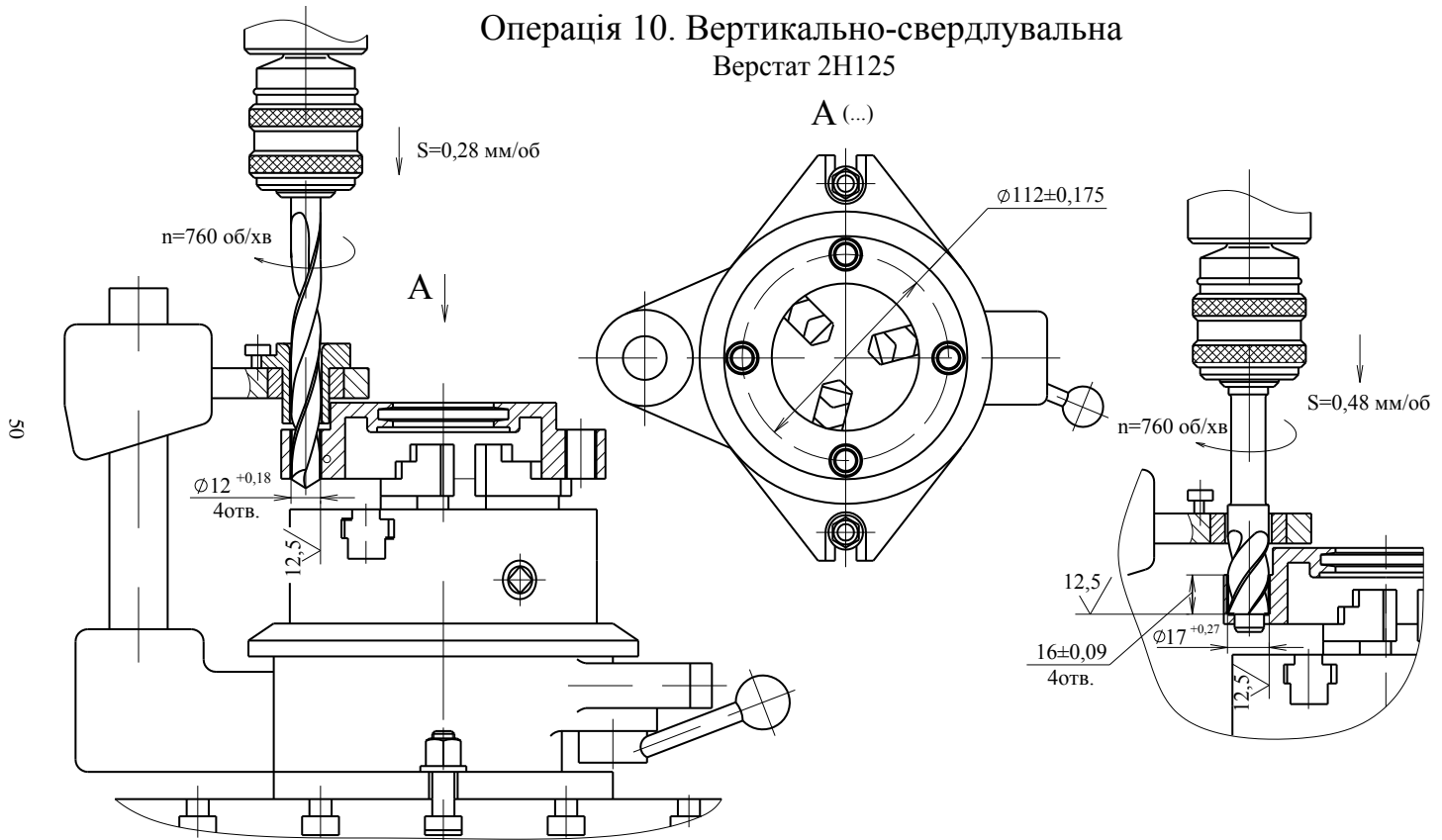


Рисунок 6.10

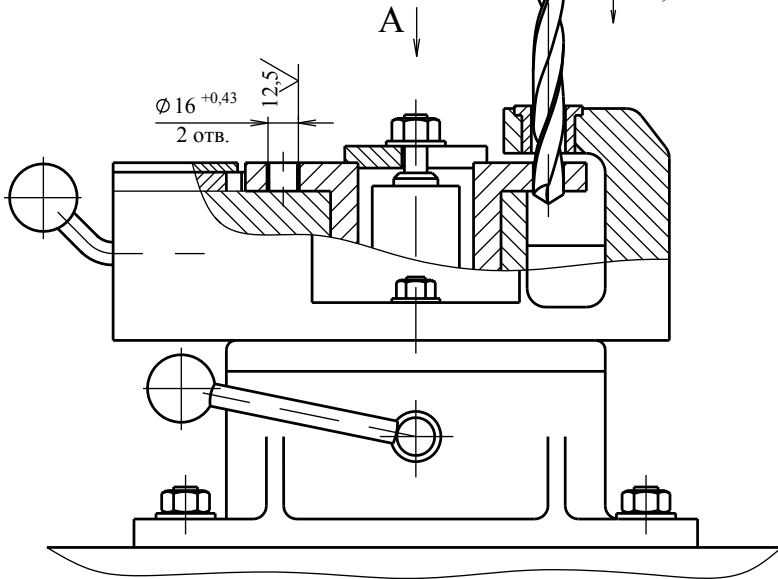
Операція 15. Свердлувальна Верстат 2Н125

Втулка 6100-0143 ГОСТ 1398-85

Сверло 2301-0424 ГОСТ 2092-77

$n=700$ об/хв

$S=0,4$ мм/об



A

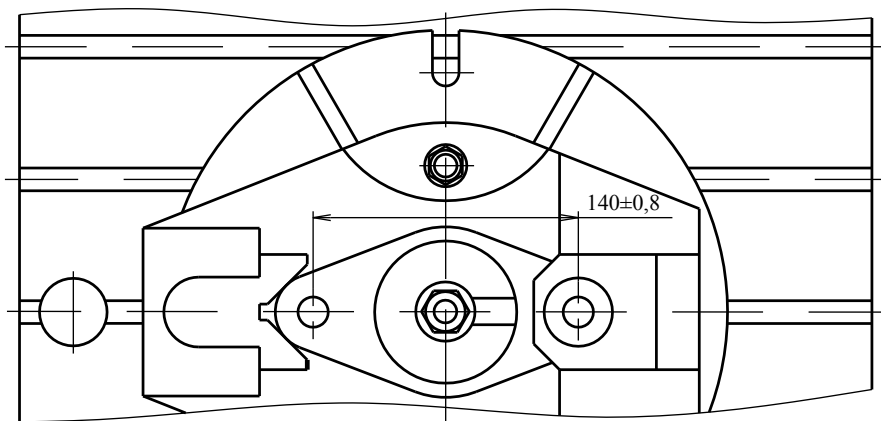
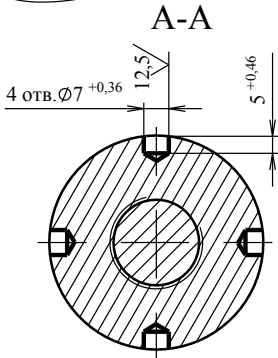
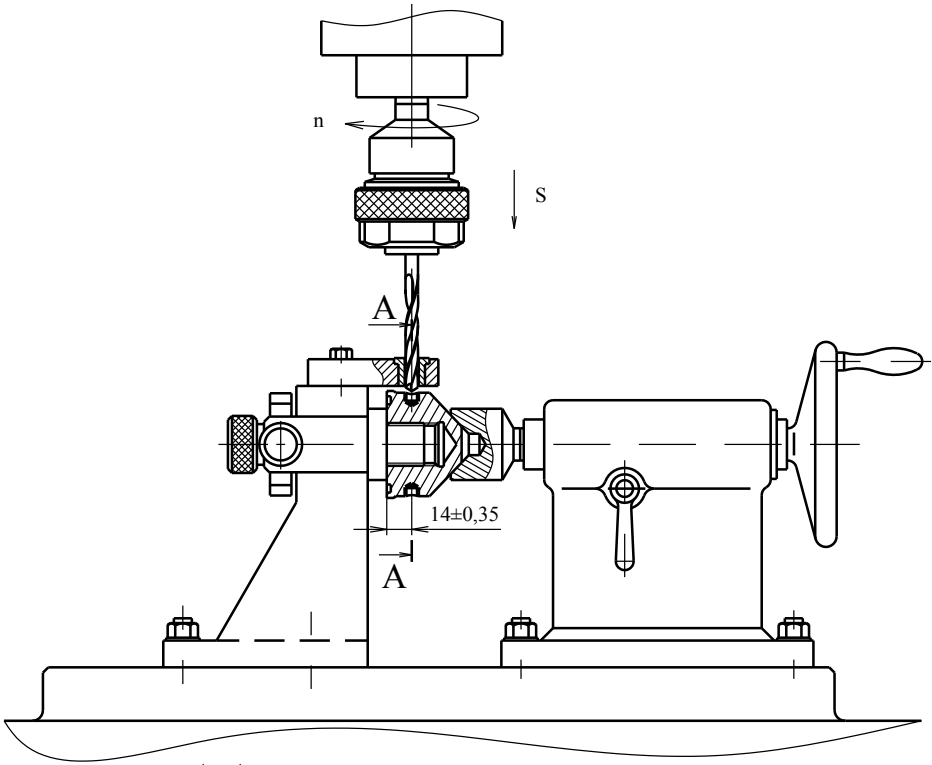


Рисунок 6.11

Операція 15. Свердлувальна

Верстат 2Н125



Інструмент	Свердло 2300-2021 ГОСТ 22735-77				
Оснащення	Патрон К2.475.000-01 ТУ2 035-489-76				
	Втулка перехідна 6100-0203 ГОСТ 13598-85				
Параметри процесу різання	V, м/хв	n, об/хв	s, мм/об	T _{рх} , хв	T _{хх} , хв
	11,2	355	0,14	0,14х4	0,2х4

Рисунок 6.12

Операція 15, Свердлувальна з ЧПК

Верстат 2Р118Ф2

ПІ-1	Інструмент	Свердло 2317-0106 ГОСТ 14952-75				
	Оснащення	Патрон К2.349.000 ТУ2 035-560-77				
	Параметри процесу різання	$V_m, \text{хв}$	$n, \text{об/хв}$	$s, \text{мм/хв}$	Трх, хв	Тхх, хв
		33	2000	80	0,58	1,2
ПІ-3	Інструмент	Сверло 035-2300-1234 ОСТ2 И20-1-80				
	Оснащення	Патрон К2.349.000 ТУ2 035-560-77				
	Параметри процесу різання	$V_m, \text{хв}$	$n, \text{об/хв}$	$s, \text{мм/хв}$	Трх, хв	Тхх, хв
		18,8	1000	180	0,4	1,2

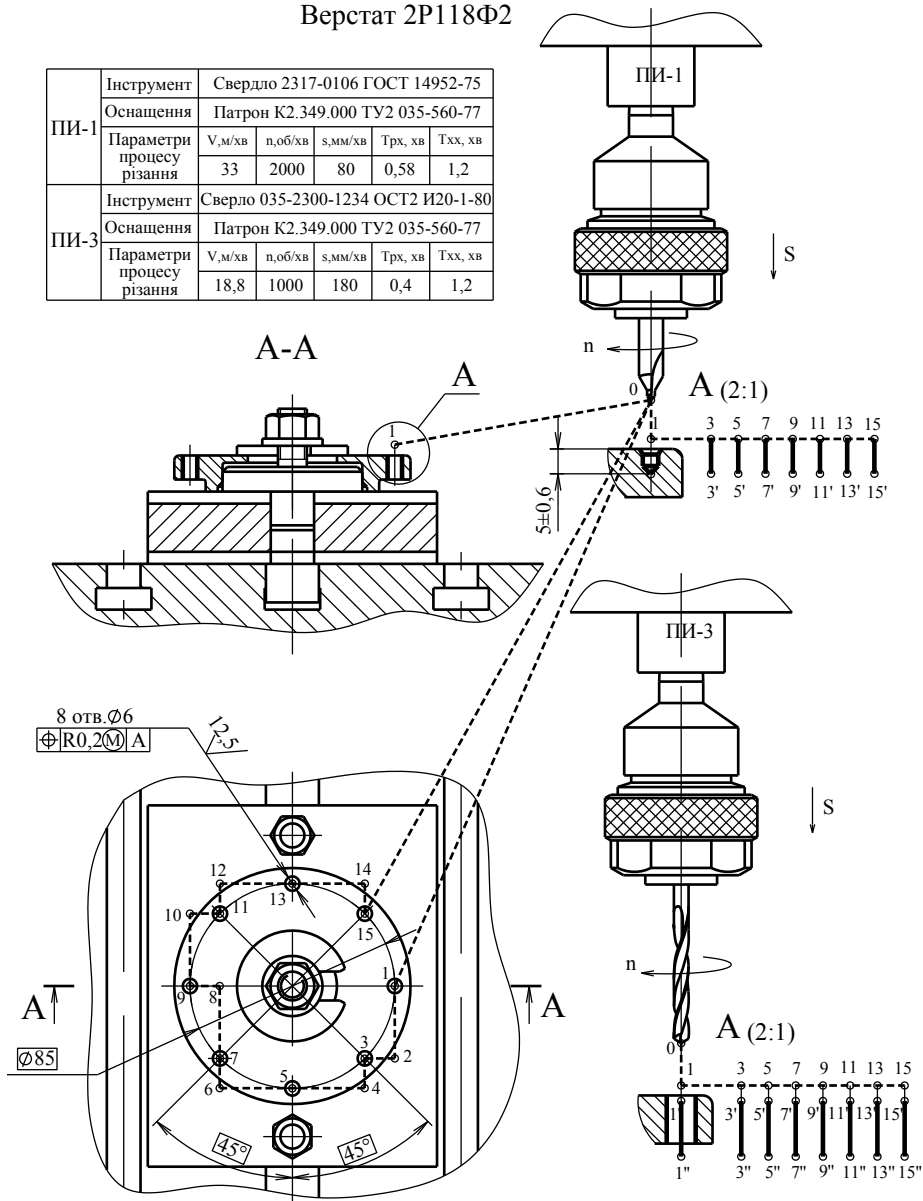
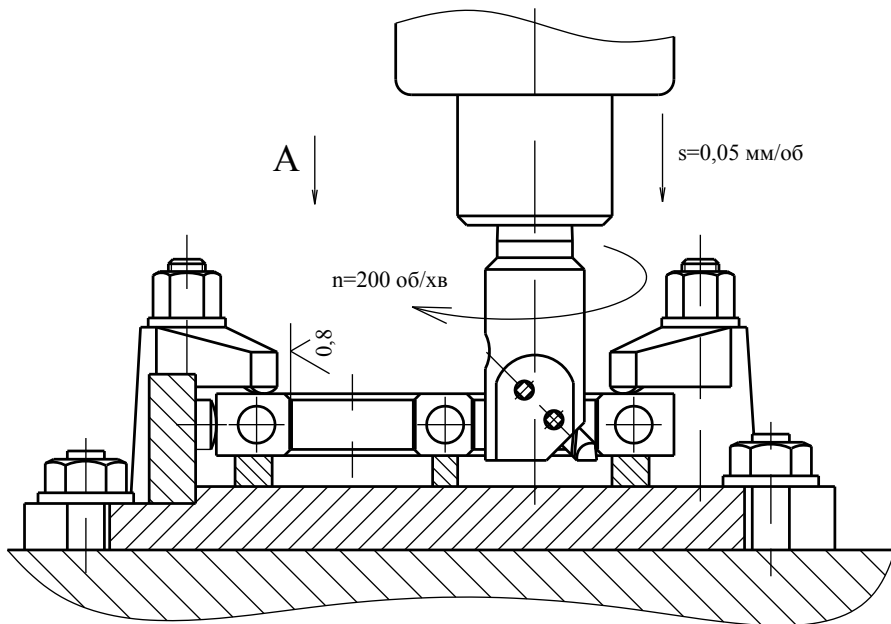


Рисунок 6.13

Операція 45, Вертикально-расточувальна
Верстат 2Е78П



A

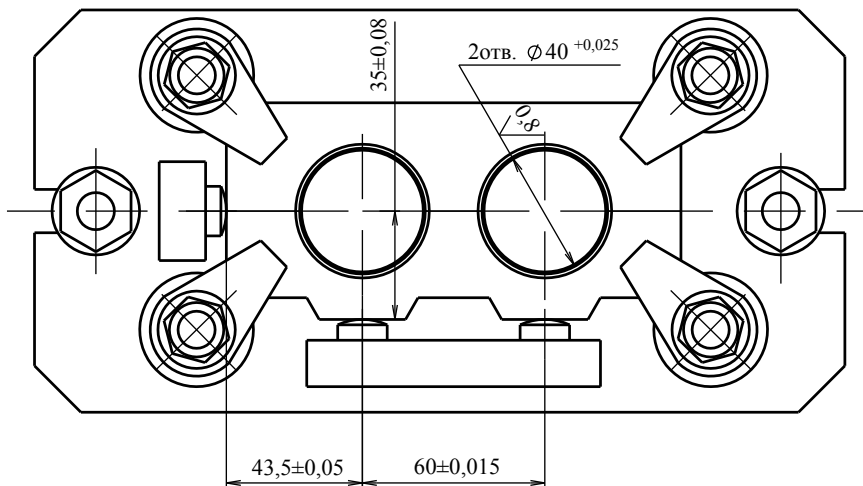


Рисунок 6.14

Операція 20, Алмазно-расточувальна
Верстат 2705В

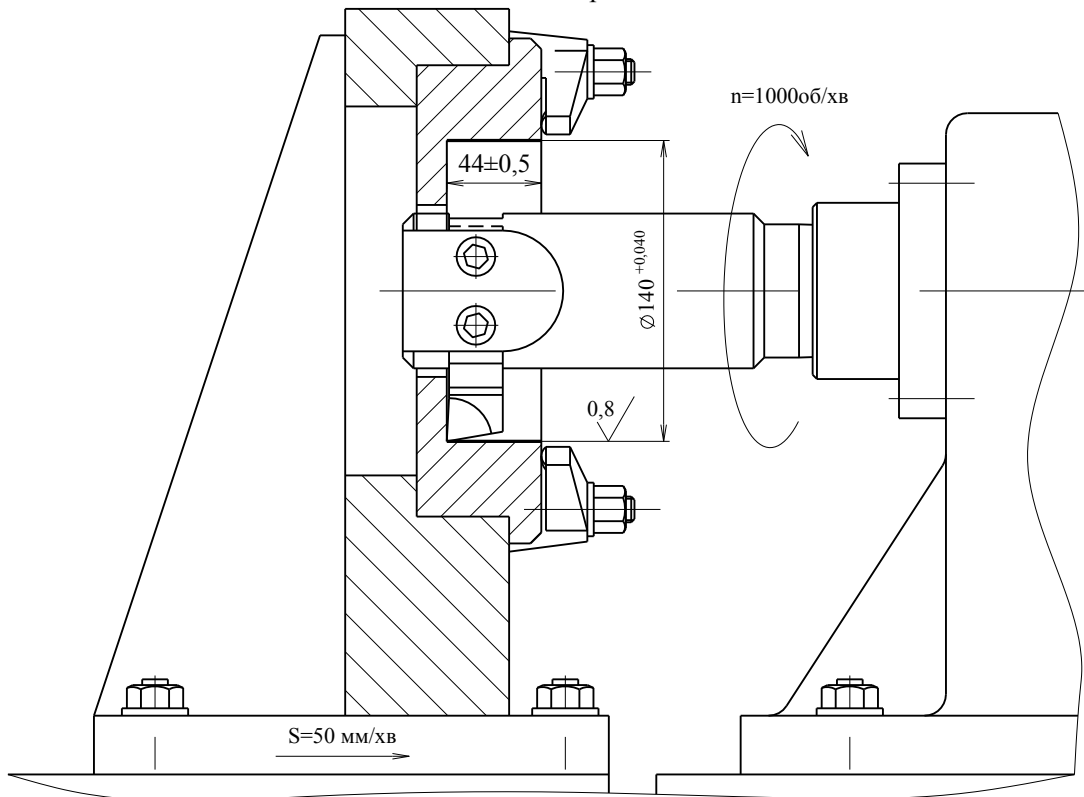


Рисунок 6.15

Операція 40 Круглошліфувальна

Верстат 3М151Ф2

$T_o = 1,42$ хв., $T_d = 0,2$ хв., $T_{пз} = 39$ хв., $T_{шк} = 2,4$ хв.

Круг ПП 600x32x305 24A50С1К ГОСТ 2424-83

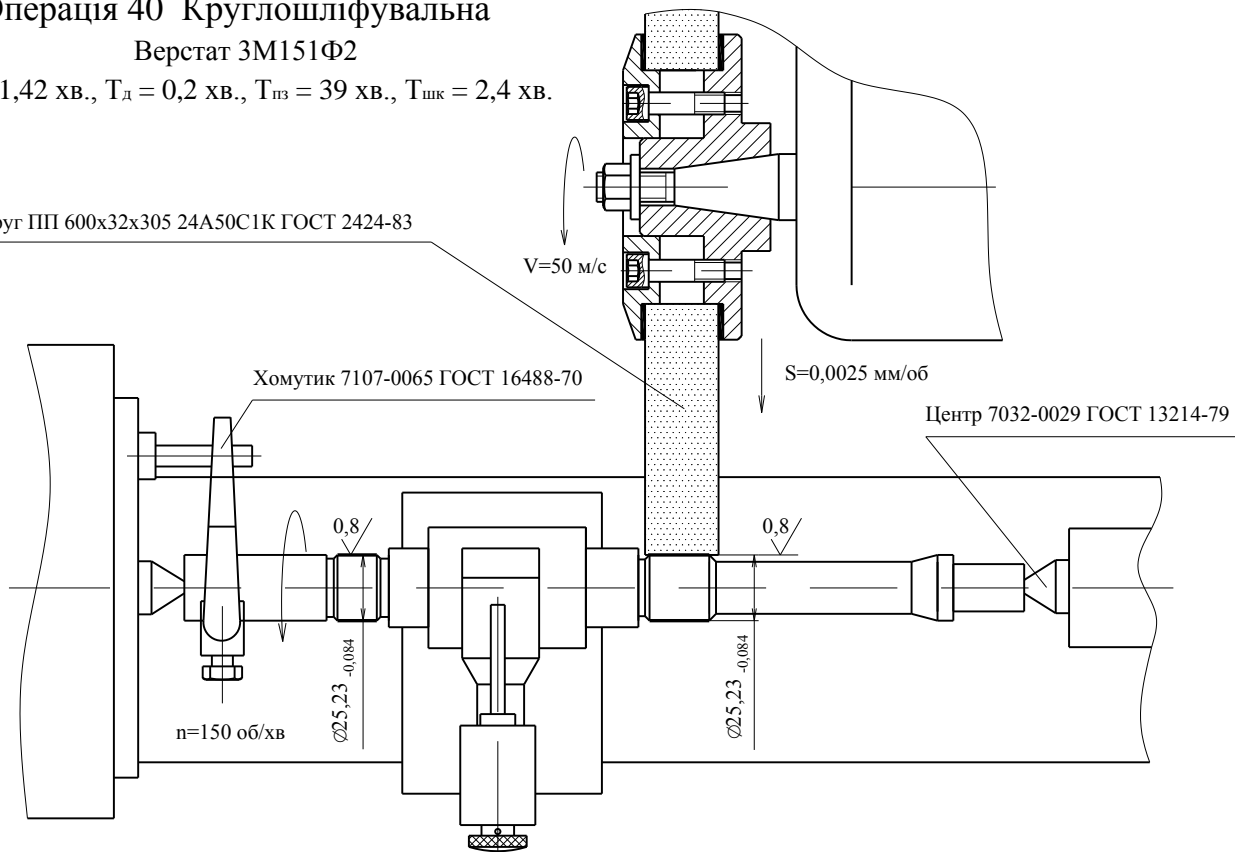


Рисунок 6.16

Операція 15, Шлифувальна Верстат 3Т161А

Круг ПП750х40х305 24А40СТ19К ГОСТ 2424-83

Оправка 7112-1509 ГОСТ 31.1066.02-85

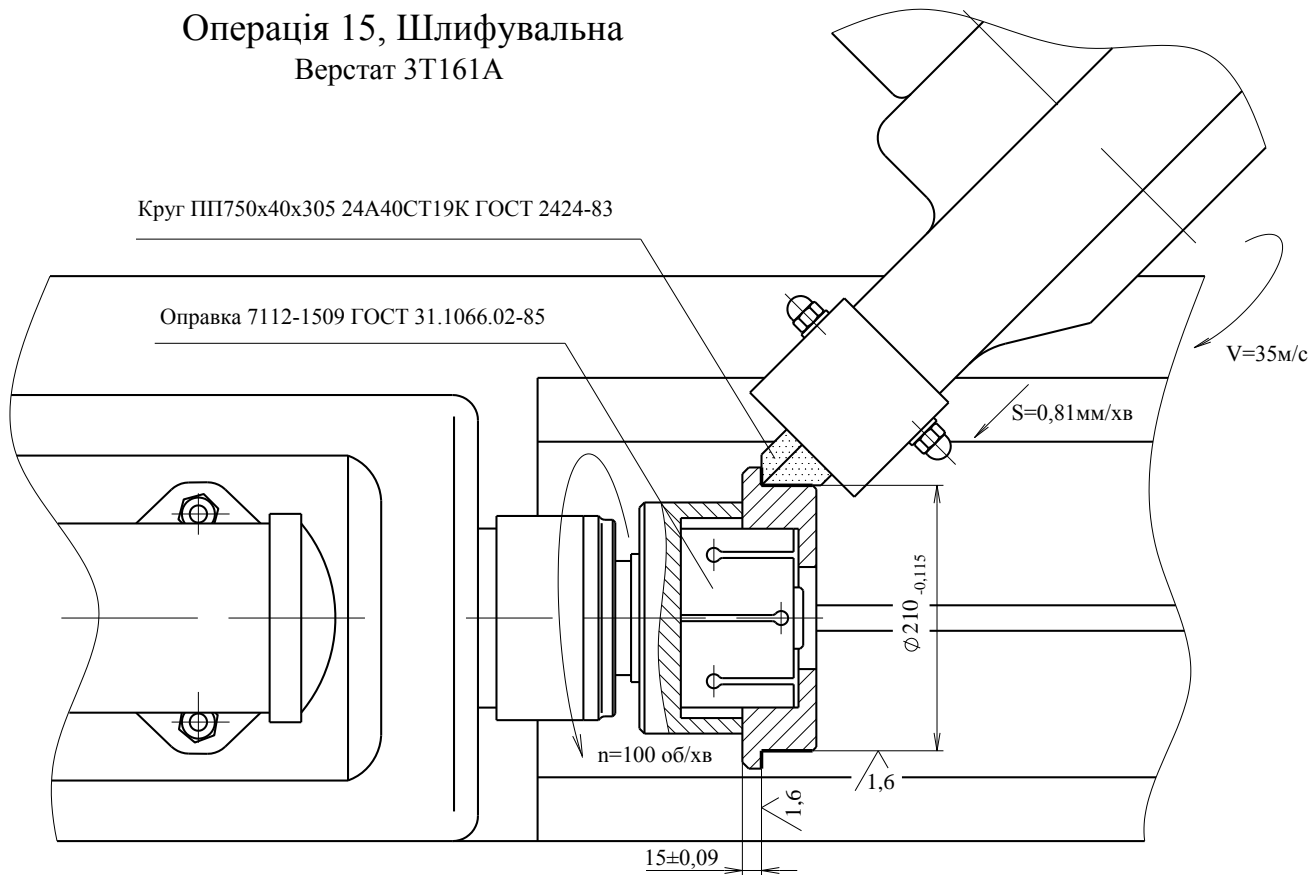


Рисунок 6.17

Операція 05. Плоскошліфувальна

Верстат 3731

88

Круг ЧЦ 250x100x150 23А 40 СТ1 К8 ГОСТ 2424-83

Плита 7208-0033 П 110 ГОСТ 17519-80

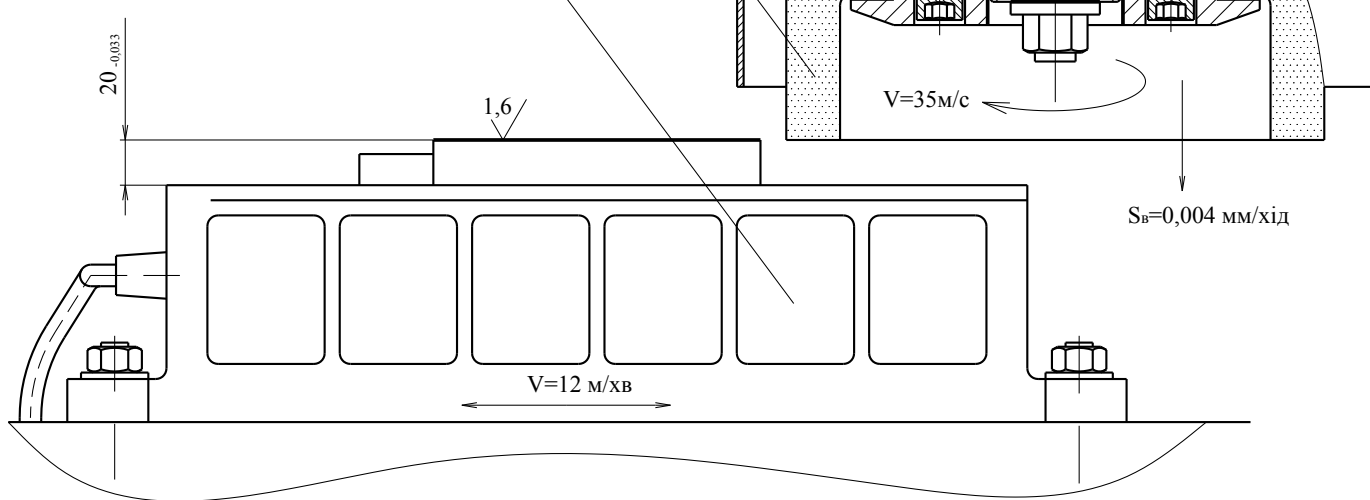


Рисунок 6.18

Операція 25, Внутрішшліфувальна Верстат 3К227В

$T_o = 4,2$ хв, $T_d = 2,1$ хв, $T_{пз} = 45$ хв, $T_{шк} = 7,3$ хв

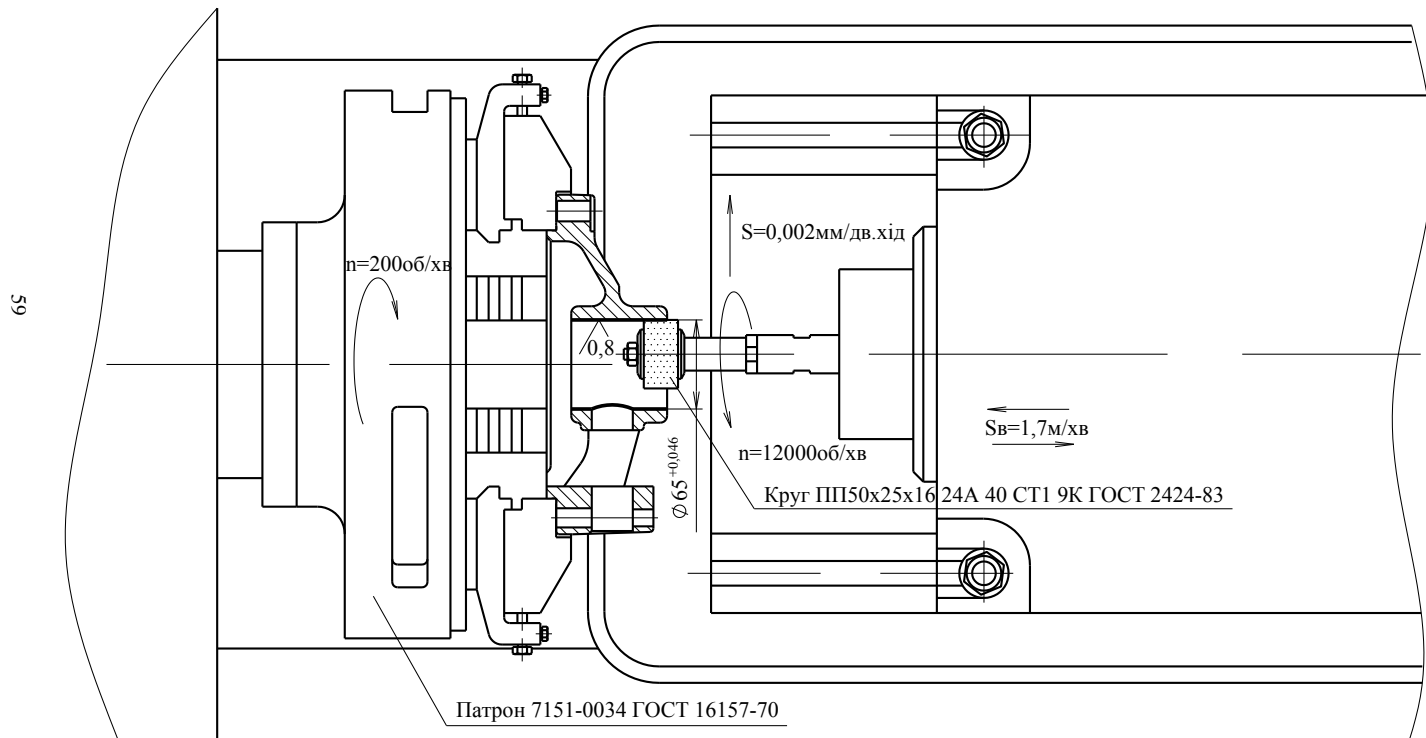


Рисунок 6.19

Операція 45 Хонінгувальна

Верстат 3Б82

$T_o=0,69\text{хв}$, $T_d=0,5\text{хв}$, $T_{пз}=65\text{хв}$, $T_{шк}=2,94\text{хв}$

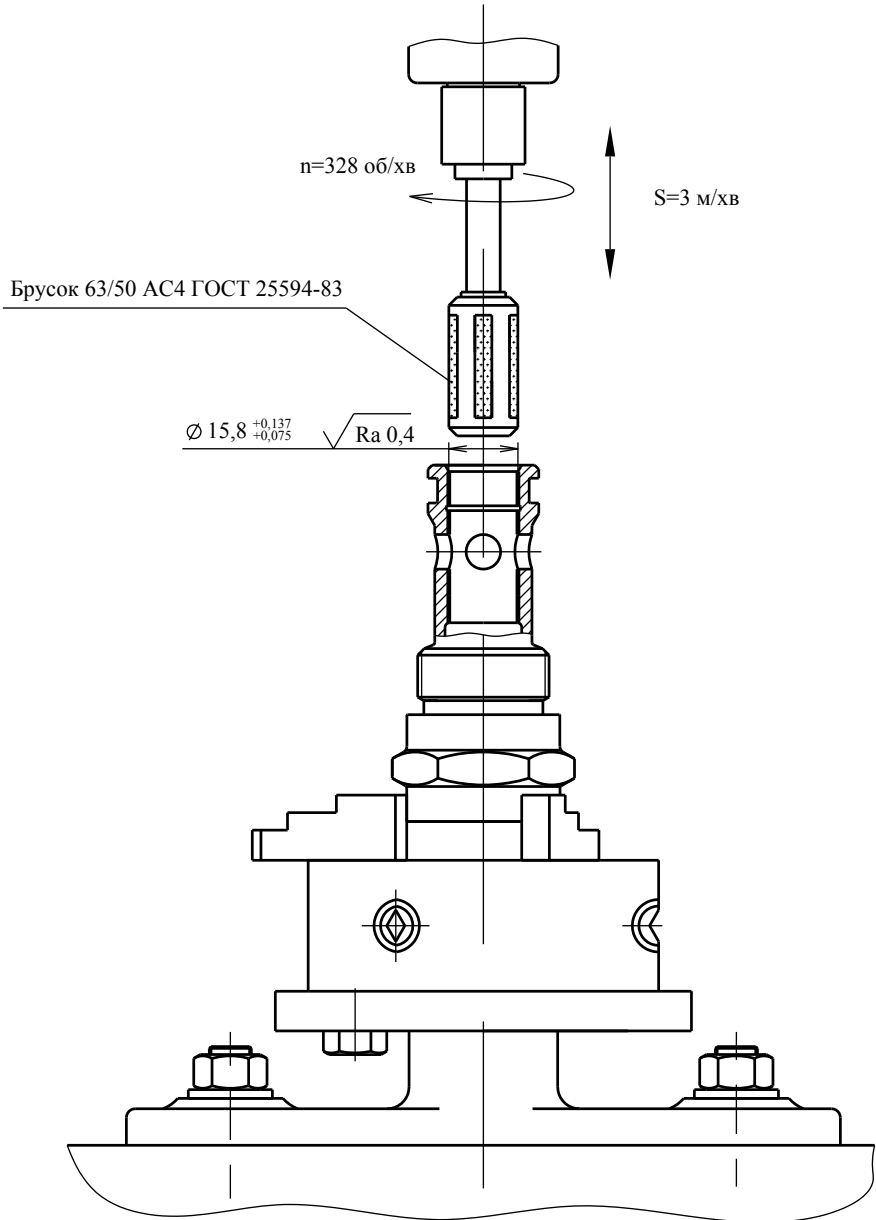


Рисунок 6.20

Операція 25, Зубофрезерувальна
Верстат 53А50

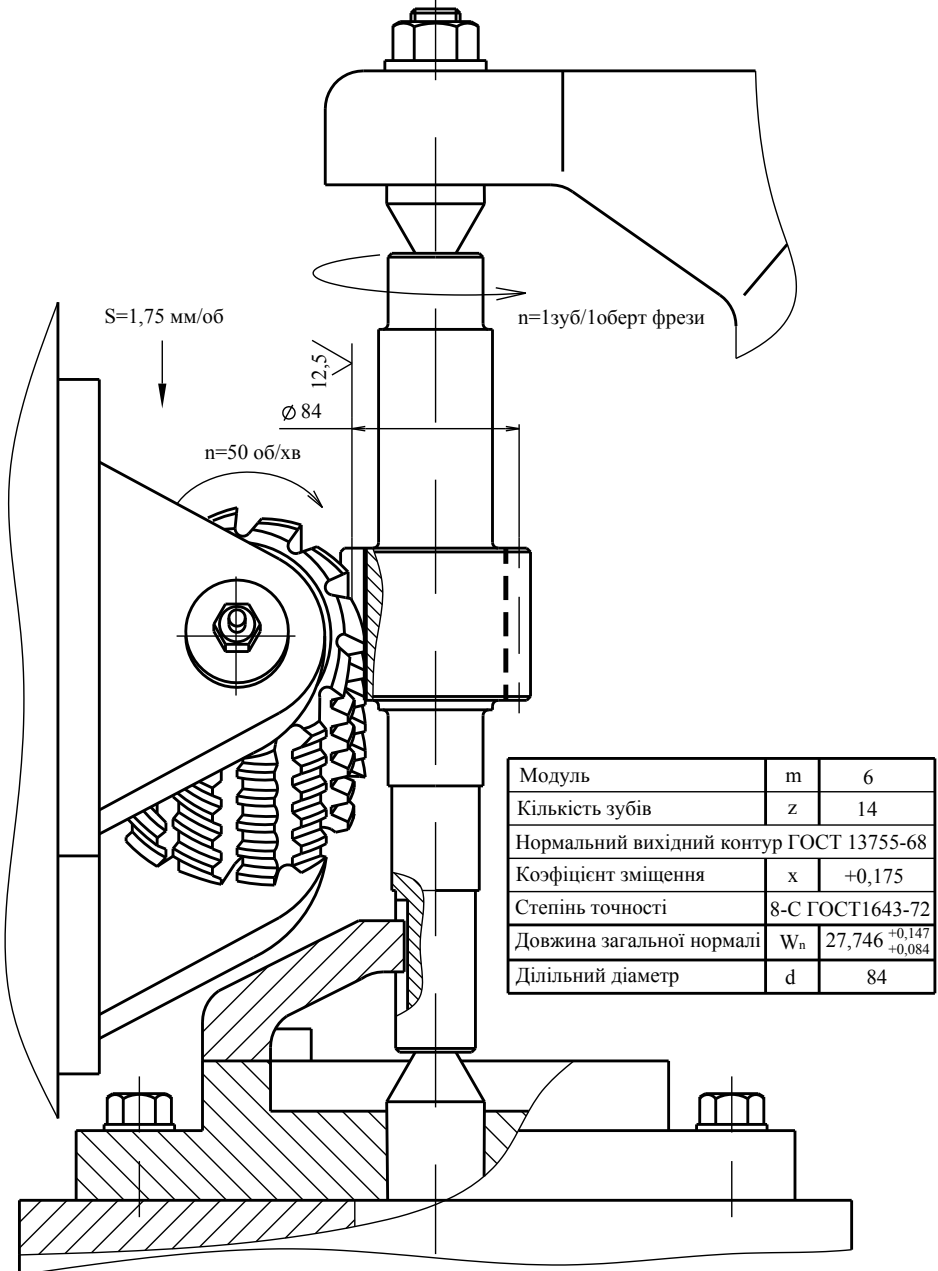


Рисунок 6.21

Операція 25. Зубодовбальна Верстат 5122

Модуль	m	1,5
Число зубів	z	19
Номінальний вихідний контур	-	ГОСТ 13755-68
Коефіцієнт зміщення	x	0
Ступінь точності ГОСТ 1643-72	-	8-В
Довжина спільної нормалі	W_m	10,561
Ділильний діаметр	D_o	28,5

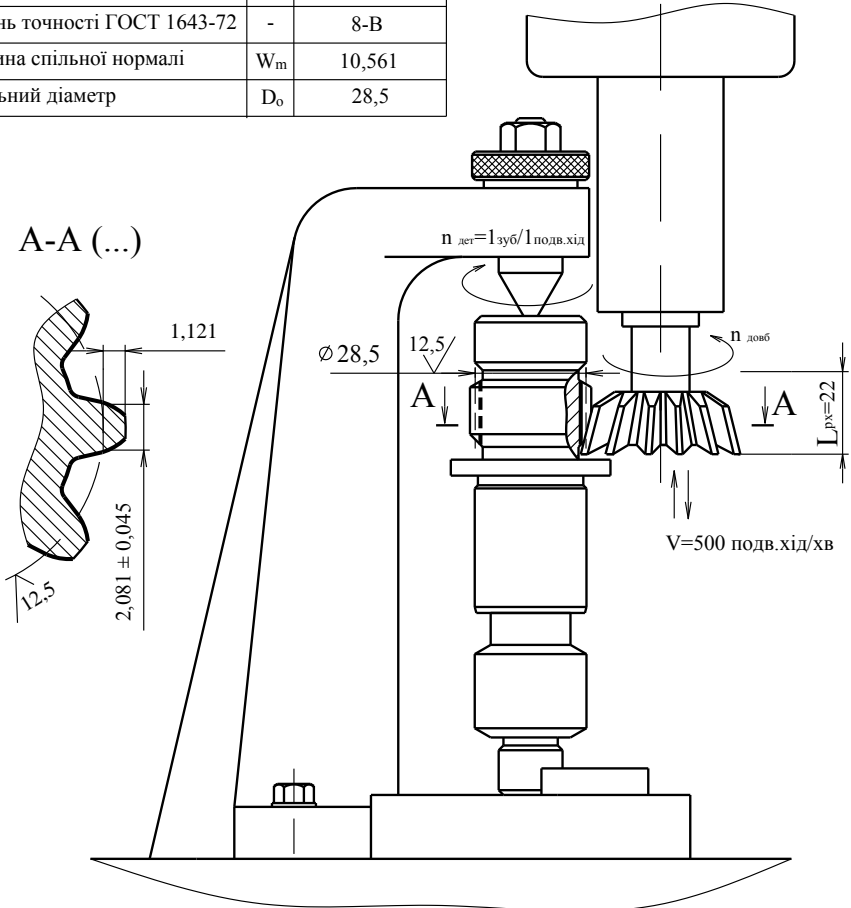
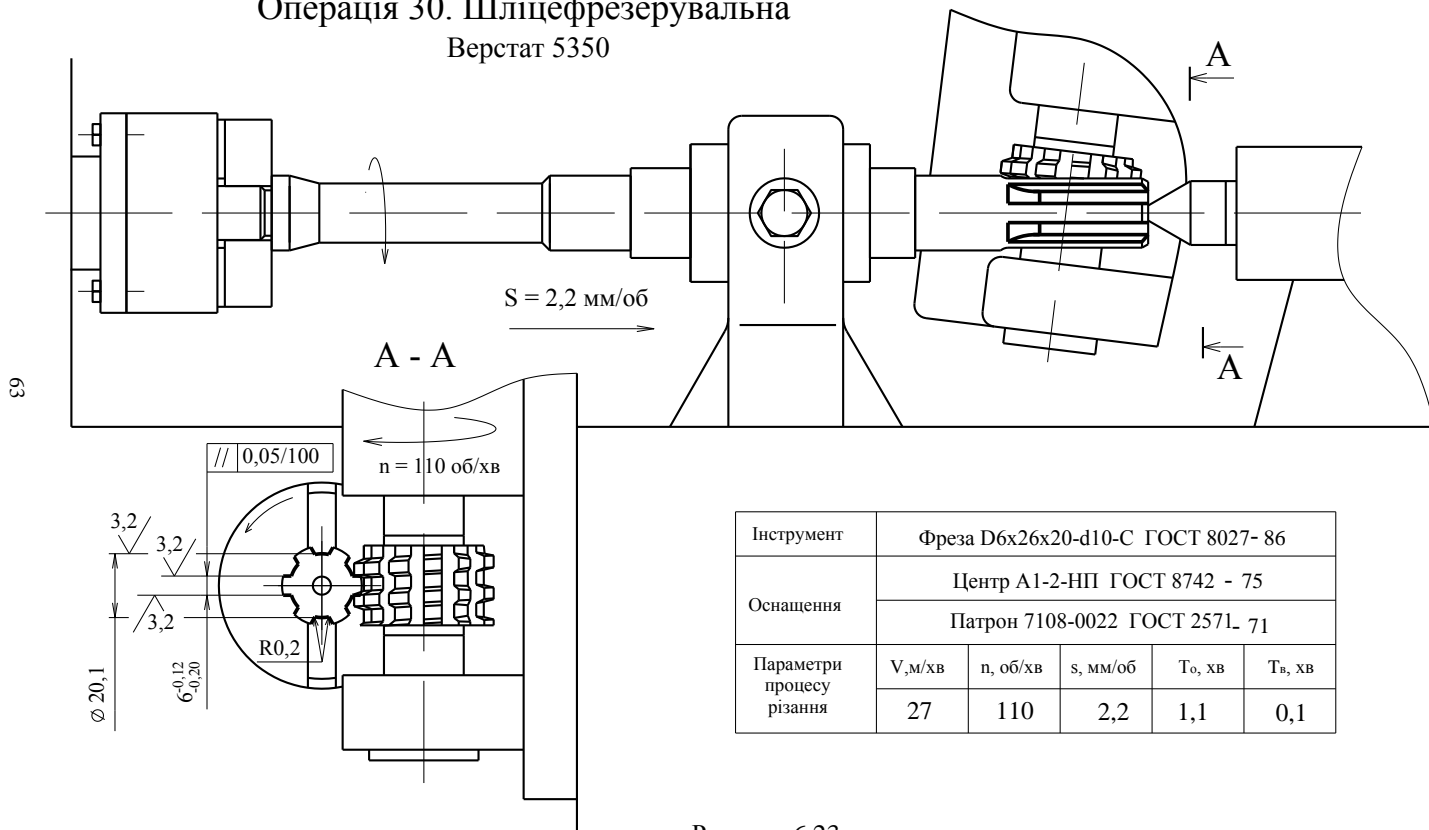


Рисунок 6.22

Операція 30. Шліцефрезерувальна
Верстат 5350



Інструмент	Фреза D6x26x20-d10-C ГОСТ 8027- 86				
Оснащення	Центр А1-2-НП ГОСТ 8742 - 75				
	Патрон 7108-0022 ГОСТ 2571. 71				
Параметри процесу різання	V, м/хв	n, об/хв	s, мм/об	T _о , хв	T _в , хв
	27	110	2,2	1,1	0,1

Рисунок 6.23

Операція 05, Фрезерно-центрувальна Верстат МР-71

Фрезерування торців					
Інструмент	Фреза 2210-0063 ГОСТ 9304-69 (прав.) Фреза 2210-0064 ГОСТ 9304-69 (лів.)				
Оснащення	Оправка 191432073 ТУ2 035-698-79 (2)				
Параметри процесу різання	$V, \text{м/хв}$	п, об/хв	$s, \text{мм/хв}$	$T_{\text{рх}}, \text{хв}$	$T_{\text{хх}}, \text{хв}$
	72,5	308	148	0,32	0,1
Свердління центрових отворів					
Інструмент	Свердло 2317-0005 ГОСТ 14952-75				
Оснащення	Патрон К2.475.000-01 ТУ2 035-489-76				
Параметри процесу різання	$V, \text{м/хв}$	п, об/хв	$s, \text{мм/хв}$	$T_{\text{рх}}, \text{хв}$	$T_{\text{хх}}, \text{хв}$
	16,9	1600	59	0,12	0,05

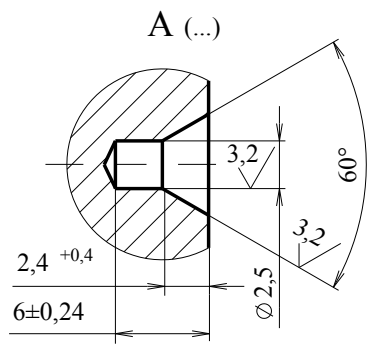
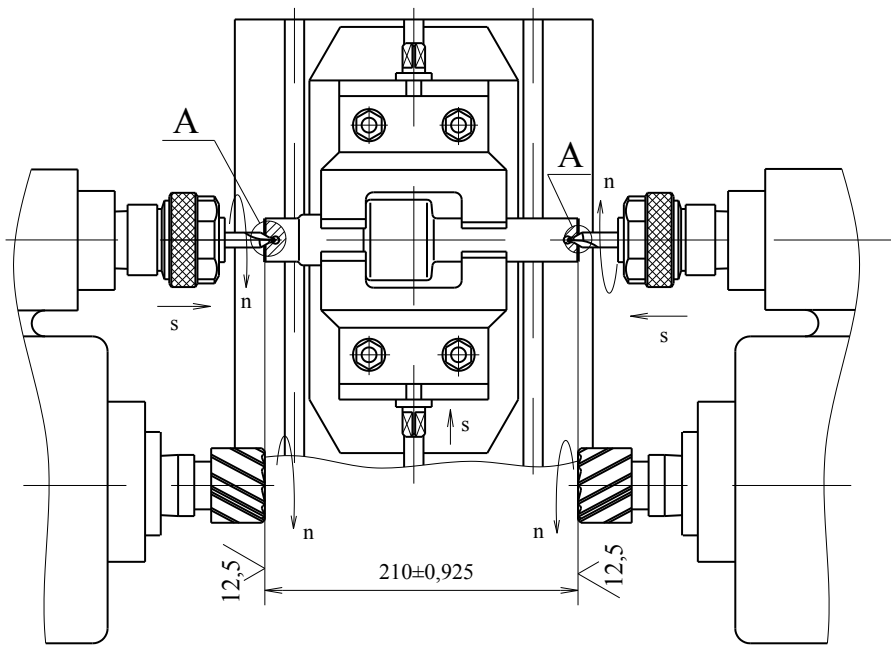


Рисунок 6.24

Операція 10. Вертикально-фрезерувальна

Верстат 6P13

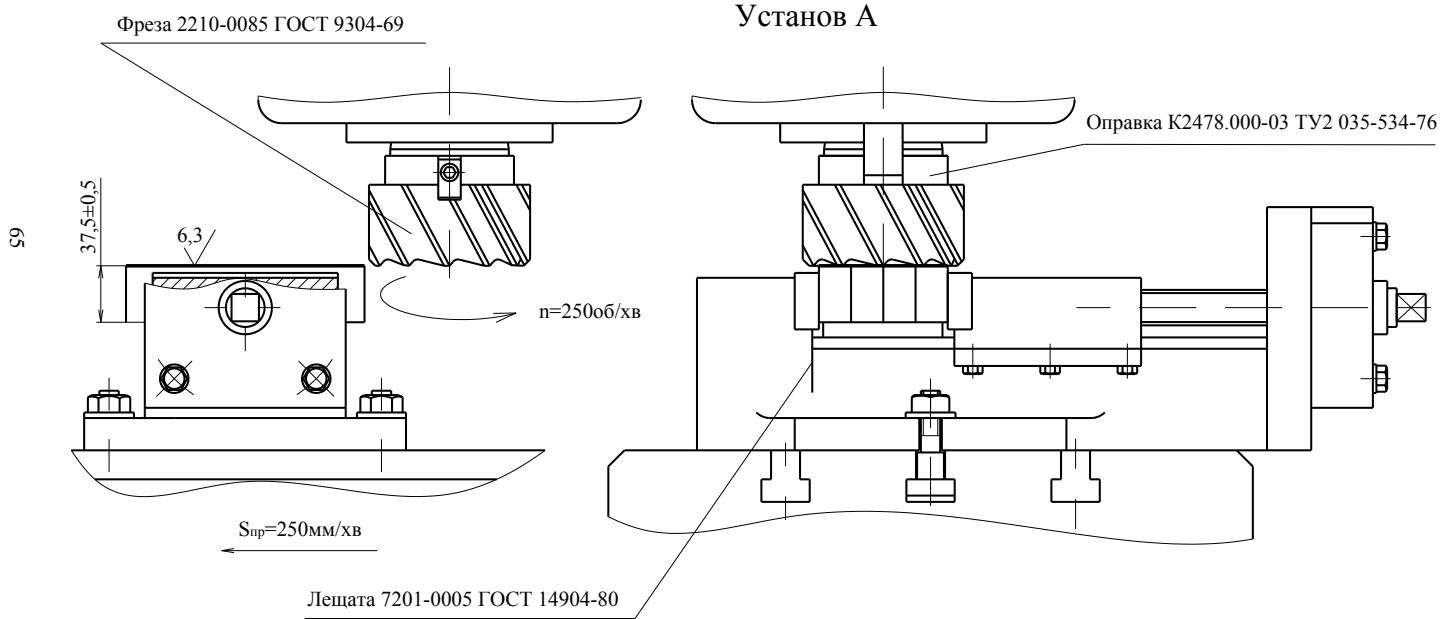


Рисунок 6.25

Операція 20. Фрезерувальна Верстат 6Н10

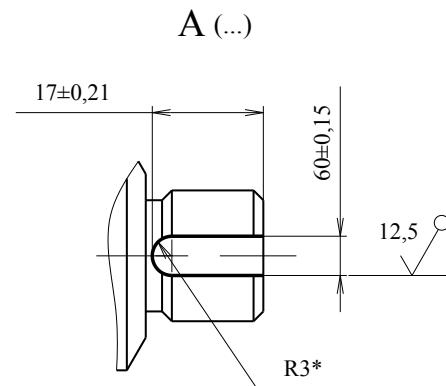
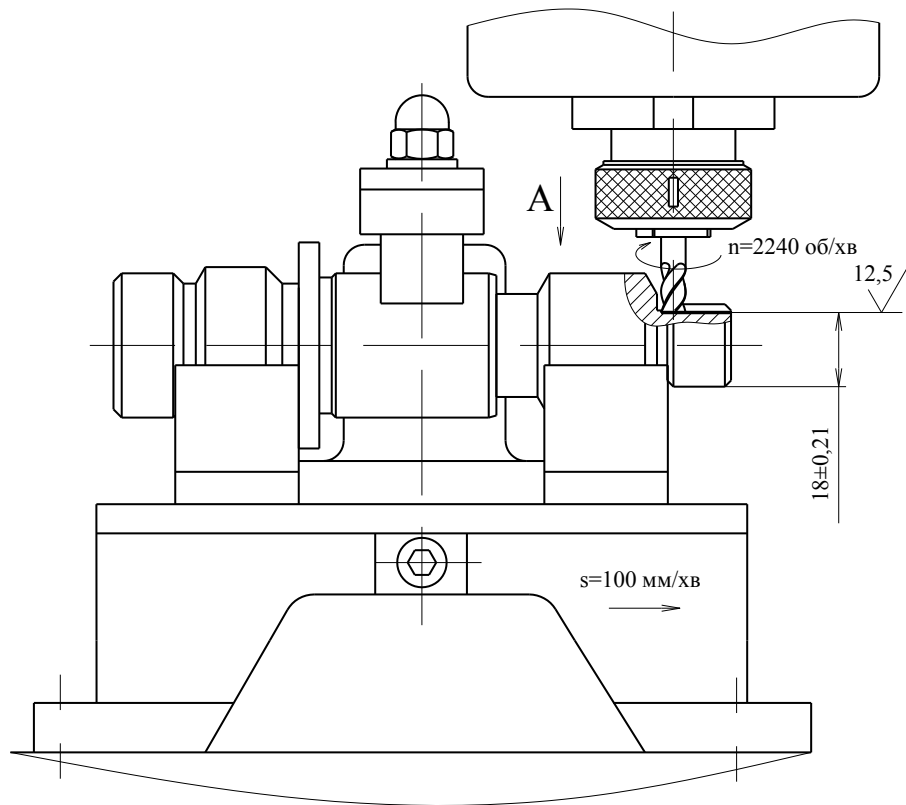


Рисунок 6.26

Операція 15. Фрезерувальна
Верстат 6Н81Г

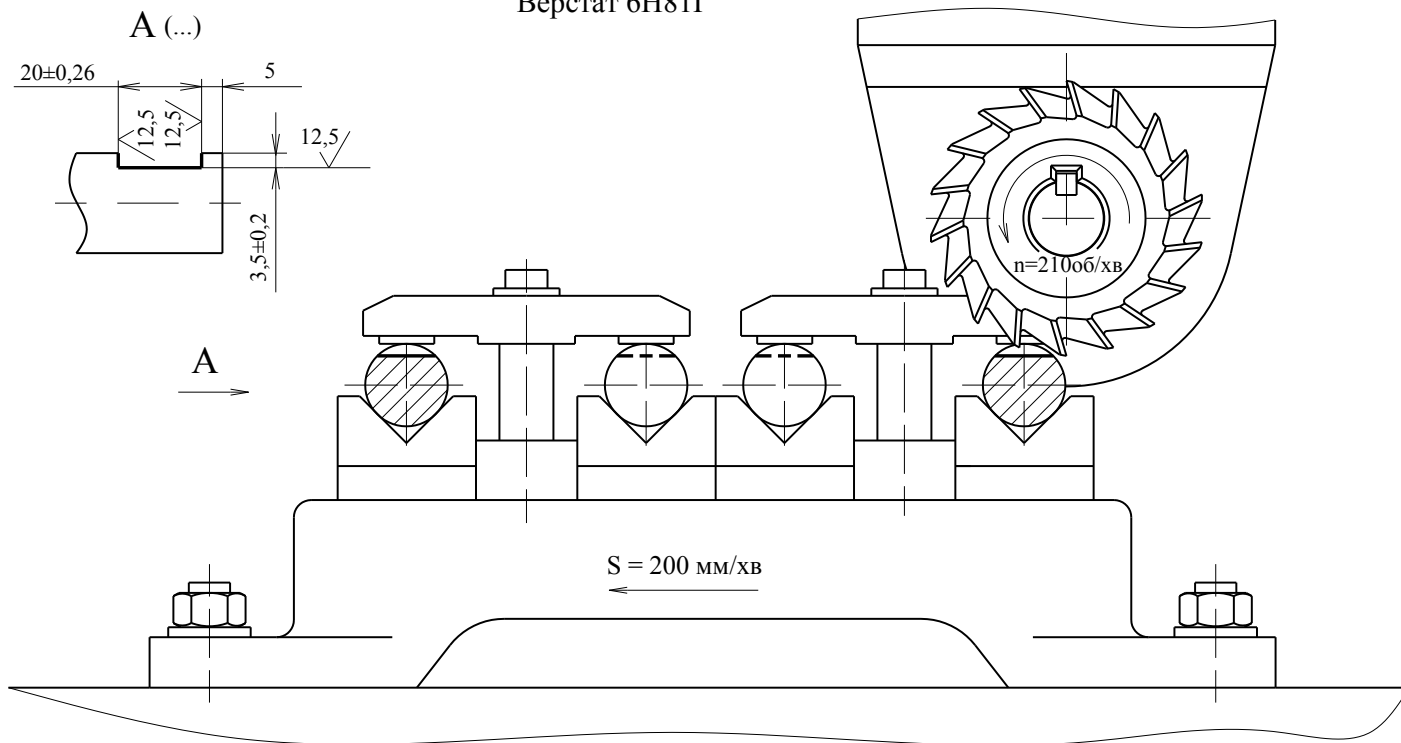


Рисунок 6.27

Операція 20. Фрезерувальна
Верстат 6P80

89

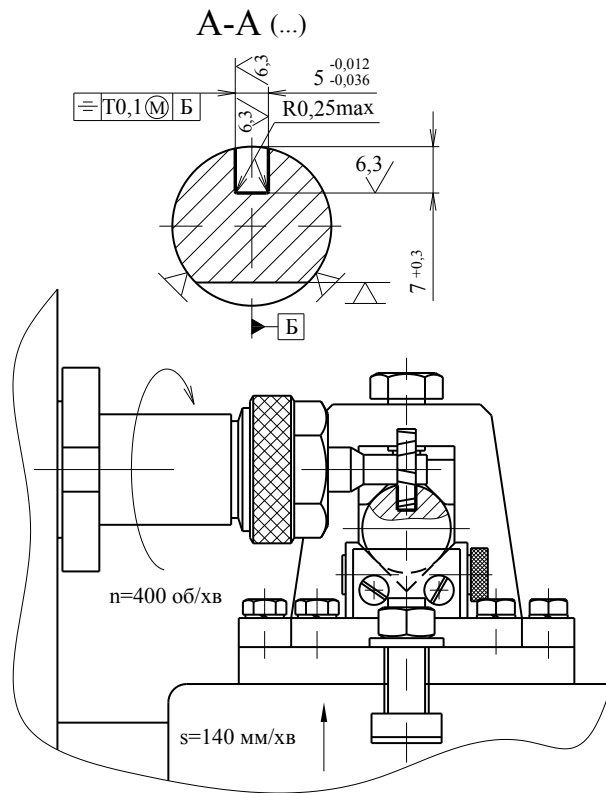
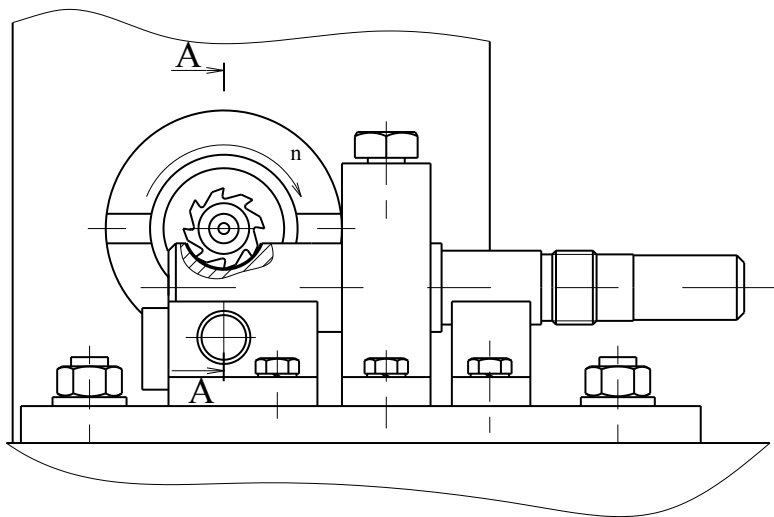


Рисунок 6.28

Операція 15. Фрезерувальна

Верстат 6Н80

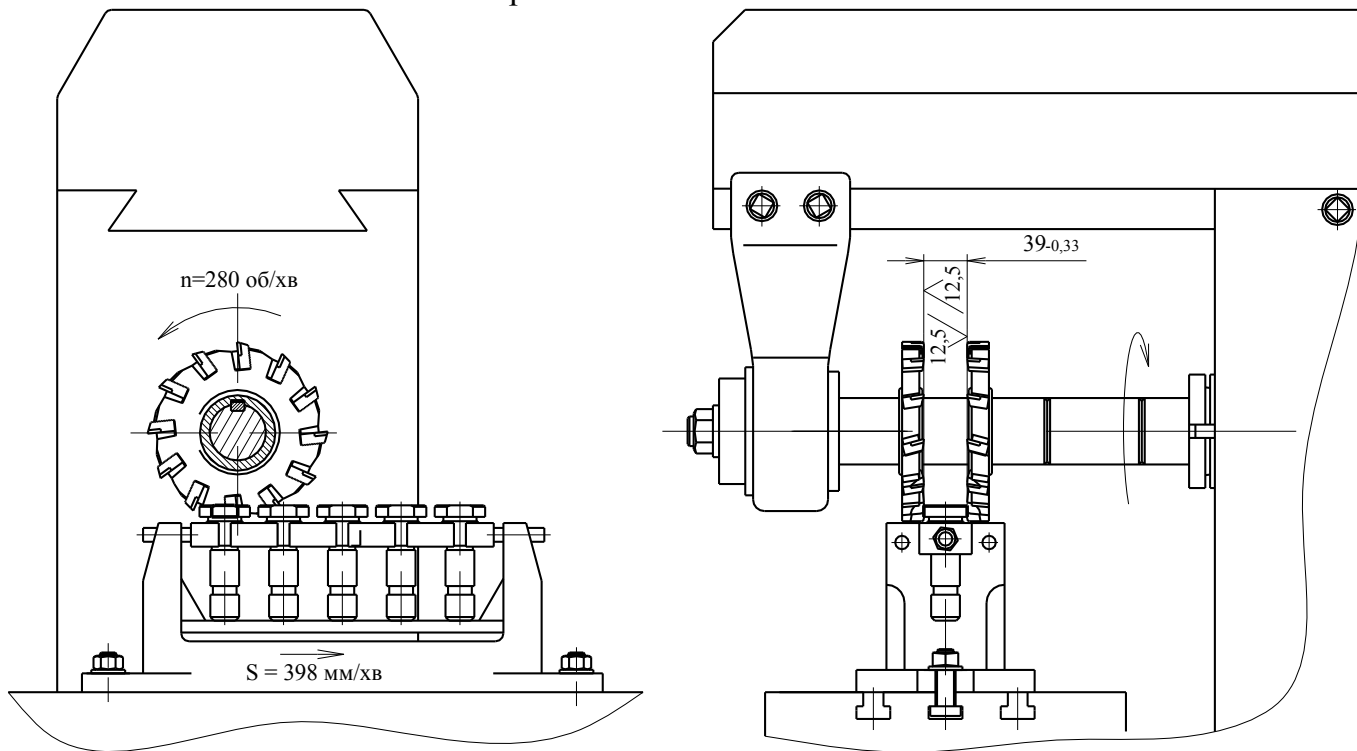


Рисунок 6.29

Операція 15. Фрезерувальна з ЧПК

Верстат 654 РФЗ, СЧПУ "НЗ3-2М"

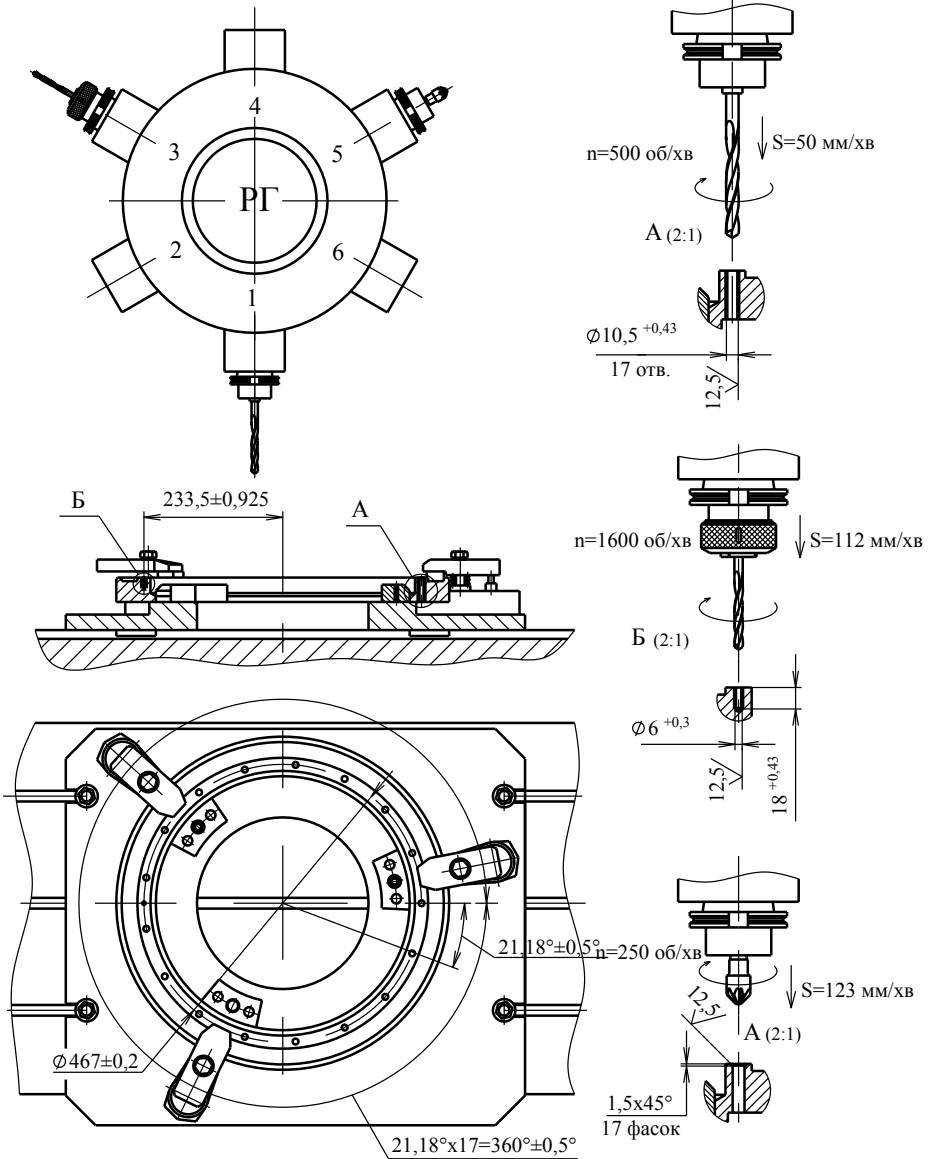


Рисунок 6.30

Операція 05 Програмна

Верстат 6902ПМФ2, СЧПУ "Размер2-М"

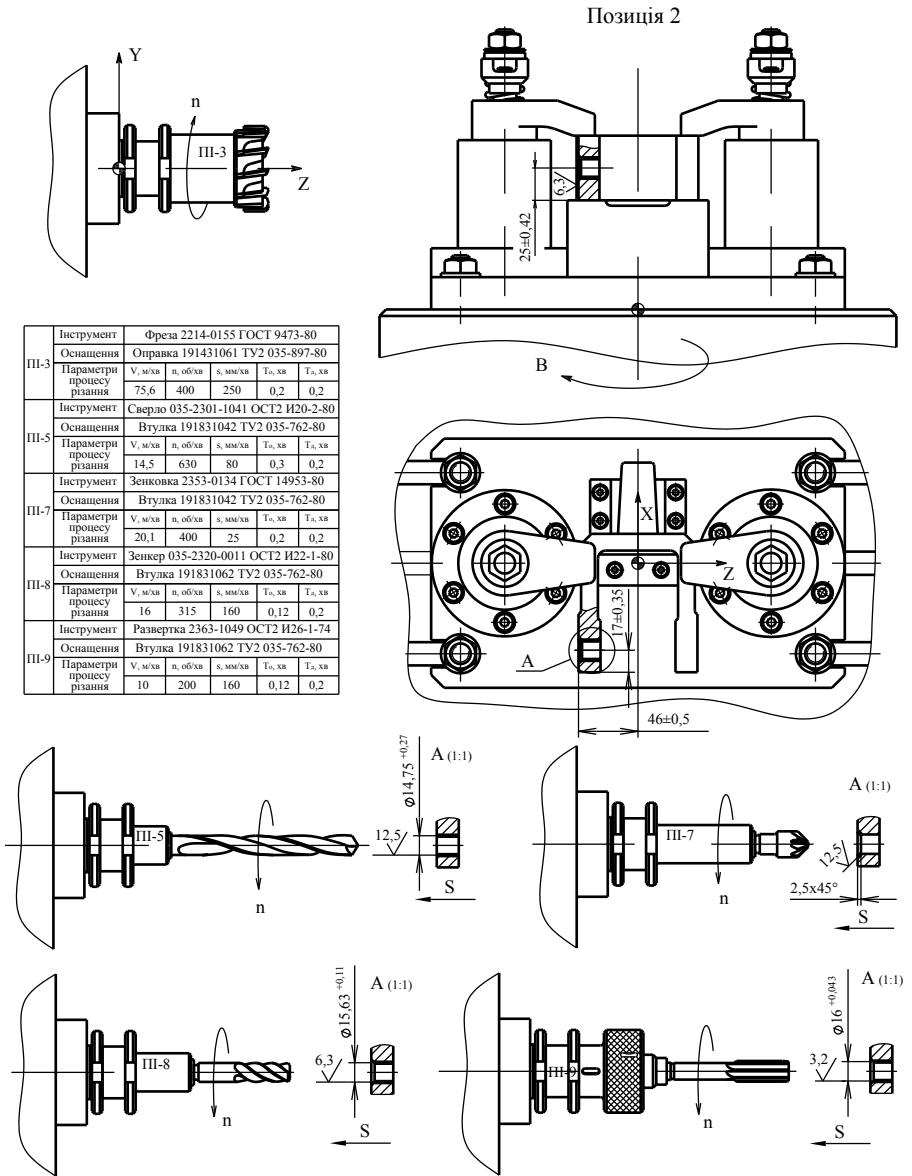


Рисунок 6.31

Операція 10 Протягувальна
Верстат 775

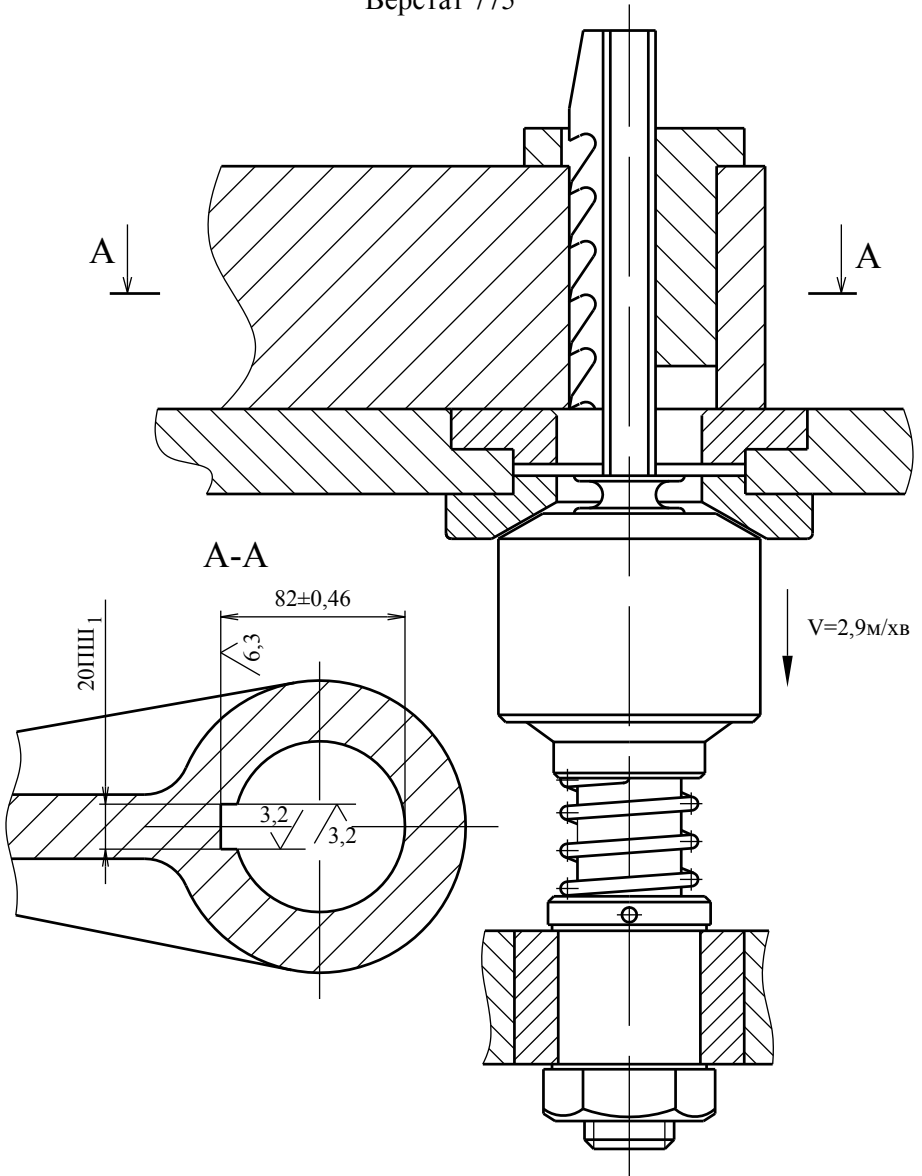


Рисунок 6.32

7 Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки

Розрахунково–пояснювальна записка (ПЗ) до курсового проекту оформлюється як окремий текстовий конструкторський документ відповідно до стандарту ЄСКД (ГОСТ 2.105–95). У зв'язку із цим нагадуємо основні вимоги:

- Документ оформлюється на стандартних аркушах формату А4 з основними написами для текстових документів чорнилом або пастою тільки чорного кольору з розміром шрифту не менше як 2,5 мм.

- Спосіб виконання тексту може бути рукописний (креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304), машинописний (за ГОСТ 13.1.002) або із застосуванням друку-ючих і графічних пристроїв ЕОМ (за ГОСТ 2.004).

- Помилки, описки й графічні неточності, виявлені в процесі виконання документа, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою й нанесенням на тому самому місці виправленого тексту (графіки) машинописним способом або чорним чорнилом, пастою або тушшю рукописним способом. Ушкодження аркушів, помарки й сліди не повністю вилученого тексту (графіки) не допускаються.

- Позначення документа відповідно до структури, наведеної раніше, має такий вигляд: ТГМ.КП.ТОТД.ІМмм—Х.15.00ПЗ. Структурну складову «00ПЗ» містить позначення будь якої пояснювальної записки. Позначення наноситься на першому та всіх наступних аркушах документа.

- Відкриває документ аркуш із основним написом для перших аркушів текстових документів за ГОСТ 2.104 (висота основного напису (штампу)40 мм). Найменування документа повинне відбивати мету роботи. Наприклад, Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Вал». На цьому аркуші міститься зміст документа із зазначенням сторінок, на яких починається кожен розділ і підрозділ документа, тобто тих структурних елементів, які мають заголовки. Слово «Зміст» розташовують симетрично тексту.

Фактично, цей аркуш не є першим аркушем ПЗ, оскільки йому передують титульний аркуш і бланк завдання на КП, які включаються в загальну кількість аркушів документа. Виходячи із цього, в основному написі зазначається фактичний номер даного аркуша й загальна кількість аркушів, включаючи попередні.

Бланки завдання є кафедральним документом і оформляються керівником при видачі завдання на проектування. Приклад оформлення титульного аркуша курсового проекту наведено в додатку «Б».

- Кожен розділ пояснювальної записки починається з нового аркуша, незалежно від того, скільки рядків на аркуші займає закінчення попереднього розділу. Новий аркуш є продовженням документа, тому має основний напис висотою 15 мм.

- Кожний розділ нумерується арабськими цифрами в межах усього документа, після чого подається заголовок. Між номером і заголовком крапка не ставиться, також як і наприкінці заголовка. Запис виконується з абзацного відступу, прийнятого для даного документа (15–17 мм). Заголовок починають із великої букви, переноси слів у ньому не допускаються.

• Підрозділ також нумерується й має заголовки. Нумерація здійснюється в межах розділу. Крапка ставиться тільки між номерами розділу і підрозділу. Запис виконується з абзацного відступу зі збільшеним інтервалом від останнього рядка попереднього підрозділу й першого рядка поточного.

• Відстань від назви розділу або підрозділу до тексту (попереднього або наступного) – близько 15 мм. Відстань від назви розділу до назви підрозділу, які розташовані впритул – близько 8 мм.

• Якщо наприкінці аркуша після заголовка підрозділу неможливо розмістити два рядки тексту, підрозділ починають із наступного аркуша.

• Текст, розділений на абзаци, розташовується щодо ліній формату в такий спосіб: відстань від лівої й правої межі – не менше 3 мм; відстань від верхньої і нижньої межі – не менше 10 мм.

• У тексті документа не допускається:

– застосовувати уснорозмовні вислови, техніцизми, професіоналізми;

– використовувати для одного й того самого поняття різні науково-технічні терміни;

– уживати довільні словосполучення;

– застосовувати скорочення слів, не передбачені правилами орфографії або відповідних стандартів (ГОСТ 2.316, ДСТУ 3582-97);

– скорочувати позначення одиниць фізичних величин, якщо вони вживаються без цифр (виняток складають головки таблиць і розшифрування формул);

– застосовувати знак «–» перед від'ємними числами, знак «∅» для позначення діаметра (варто писати словами «мінус», «діаметр»);

– уживати математичні знаки «<», «>», «≤», «≥», «=», «≠» без числових значень, а також без чисел знаки «№» і «‰»;

• У тексті документа числові значення величин з позначенням одиниць фізичних величин й одиниць рахунку варто писати цифрами, а числа без позначень одиниць фізичних величин й одиниць рахунку від одиниці до дев'яти – словами.

• Нецілі числа необхідно подавати у вигляді десяткових дробів, за винятком розмірів у дюймах, які варто записувати на зразок 1/2".

• Формули записуються символами, установленими відповідними стандартами, як правило, розміром і стилем, прийнятим для всього документа. Запис починають із загального вигляду формули і, якщо не потрібні проміжні обчислення, після знака рівності виконують підстановку вихідних даних і пишуть остаточний результат.

На наступному за формулою рядку наводять розшифрування позначень параметрів, які входять у формулу, в послідовності їхнього запису. Розшифрування починають без абзацного відступу зі слова «де», після якого не ставиться двокрапка. Кожен параметр розшифровується з нового рядка з відступом для зручності читання. Розшифровці піддаються тільки ті параметри, які раніше в даному документі не пояснювалися.

Формули нумеруються позначенням у круглих дужках на рівні формули з правого боку. Якщо на аркуші розташовується кілька формул, позначення розміщують на одній лінії. Позначення полягає в нумерації формул арабськими цифрами в межах усього документа. Допускається індексувати позначення формул у межах роз-

ділу, тобто подається номер розділу і номер формули через крапку. Якщо в документі використовується одна формула, вона також нумерується.

Запис формули, яка вимагає проміжних обчислень, характеризується тим, що після запису в загальному вигляді, значення не підставляються, а виконується розшифрування параметрів, унаслідок якого наводяться формули, що вимагають обчислення окремих параметрів та їхній розрахунок. Після одержання всіх даних виконується такий запис: «Підставивши отримані значення у формулу (х.х), одержимо результат:». Після чого записується формула із числовими значеннями параметрів та остаточний результат.

- Ілюстрації повинні бути виконані відповідно до вимог стандартів ЄСКД і можуть розташовуватися як по тексту документа, якнайближче до його відповідних частин, так і наприкінці роботи. Ілюстрації нумерують арабськими цифрами наскрізною нумерацією. Якщо в документі один рисунок, то він позначається: «Рисунок 1». Позначення записується під рисунком, симетрично зображенню.

- Ілюстрації, при необхідності, можуть мати найменування й пояснювальні дані (підрисунковий текст). Слово «Рисунок» і найменування поміщають після пояснювальних даних. Наприклад: Рисунок 3 – Деталі приладу.

- Таблиці застосовують для кращої наочності й зручності порівняння даних. На всі таблиці документа повинні бути посилання в тексті. При цьому таблицю поміщають під текстом, у якому вперше дане посилання на неї або на наступній сторінці. Допускається розташовувати таблицю уздовж довгої сторони аркуша документа.

- Таблиці варто нумерувати арабськими цифрами наскрізною нумерацією, хоча допускається нумерація й у межах розділу. При цьому слово «Таблиця» й її номер записують ліворуч над таблицею й далі, при необхідності, назву таблиці. При переносі таблиці на ту ж або інші сторінки назву поміщають тільки над першою частиною таблиці. Над продовженням таблиці на цьому місці роблять запис «Продовження таблиці х».

- Таблиці ліворуч, праворуч і знизу, як правило, обмежують лініями. Розділяти заголовки й підзаголовки боковиків і граф таблиці діагональними лініями не допускається. Головка таблиці повинна бути відділена лінією від іншої частини таблиці. Якщо наприкінці сторінки таблиця переривається і її продовження буде на наступній сторінці, у першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, що обмежує таблицю, не проводять.

- Графу «Номер по порядку» у таблицю включати не допускається. Нумерація граф таблиці арабськими цифрами допускається в тих випадках, коли в тексті документа є посилання на них, при розподілі таблиці на частини, а також при переносі таблиці на наступну сторінку.

- Якщо всі показники, наведені в графах таблиці, виражені в одній і тій самій одиниці фізичної величини, то її позначення необхідно поміщати над таблицею праворуч.

- Якщо найменування показника в боковику таблиці займає більше одного рядка, то числове значення показника записують на рівні останнього рядка найменування, а значення у вигляді тексту – на рівні першого рядка найменування.

8 Рекомендації для підготовки до захисту курсової роботи

Курсовий проект допускається до захисту рішенням керівника після того, як визначений ступінь його відповідності завданню; а також якщо обсяг і зміст усіх розділів пояснювальної записки, графічної частини й технологічної документації відповідає вимогам, викладеним у даних методичних рекомендаціях; дотримані вимоги стандартів ЄСКД та ЄСТД.

Для успішного виконання перерахованих вище вимог необхідно протягом 10 тижнів семестру регулярно відвідувати консультації і отримувати відмітки у графіку виконання курсового прокту.

Увага



Виконання курсового проекту самостійно, без дотримання графіка і контролю з боку керівника, юридично допускається, але робота має бути подана на рецензію не пізніше восьмого тижня семестру. Умови допуску до захисту при цьому не змінюються, тобто за час, який залишився до дати останнього засідання комісії, необхідно виправити всі недоліки й відхилення від вимог цих рекомендацій, а виконавцеві доведеться підтверджувати своє авторство в процесі захисту по розширеним колом питань.

Захист курсового проекту – це, насамперед, демонстрація можливостей і технічного інтелекту студента перед членами комісії протягом 30 хвилин. Оцінка роботи визначається шляхом голосування простою більшістю голосів. Разом з тим, керівник роботи має найбільш повне уявлення про якість виконаної роботи й ступеня участі виконавця. Тому, в спірних ситуаціях його голос є вирішальним. Незважаючи на це, у вашому розпорядженні є два способи впливу на думку не тільки членів комісії, але й керівника роботи – це п'ятихвилинна доповідь і відповіді на питання.

Доповідь закладає фундамент оцінки вашої роботи. По-перше тому, що оцінка керівника озвучується тільки після відповідей на питання, по-друге, доповідь є «домашньою заготовкою», і тут можна розставити акценти, які виключають проблемні питання. Тому доповідь повинна бути ретельно продумана і, в концентрованій формі, відображати повну інформацію про вихідні дані для проектування, обґрунтування технологічних рішень і результати розрахунків. У текст доповіді має органічно вписуватися й давати наочну ілюстрацію графічна частина роботи (робочі креслення деталі й заготовки, карти технологічних налагоджувальних).

Для того, щоб дати деякі практичні поради, нижче наводиться приклад гіпотетичної доповіді як база для коментарів та аналізу.

Шановні члени комісії! Вашій увазі пропонується спроектований мною технологічний процес механічної обробки деталі «Вал–шестерня» в організаційно-технічних умовах серійного виробництва. Вихідними даними є подане тут робоче креслення деталі й програма випуску виробів у кількості 1200 штук на рік. Оскільки до складу виробу входять дві деталі даного найменування, то з урахуванням запасних частин, річна програма випуску деталей становить 2472 штуки. Деталь запускається у виробництво партіями по 103 штуки два рази на місяць.

Деталь є східчастим валом–шестірнею середніх розмірів без центрального отвору. Найбільш відповідальними поверхнями деталі є дві циліндричні поверхні діаметром 40к6 мм і зубчаста поверхня модулем 2,5 мм, восьмого ступеня точності й спряженням В. У результаті аналізу технологічності конструкції встановлено, що вал жорсткий і вимоги креслення забезпечуються раціональними методами обробки.

Вал виготовляється із сталі 18ХГТ за ГОСТ 4543–71 з наступною цементацією і загартуванням поверхні зубчастого вінця до твердості 54–58 HRC. Заготовкою деталі є поковка, що виготовляється на кривошипному гарячештампуальному пресі в закритому штампі за ГОСТ 8479–70. Припуски на механічну обробку й допуски на розміри заготовки встановлені за ГОСТ 7505–89. Робоче креслення поковки подане на цьому аркуші.

Наступна частина доповіді найбільш відповідальна, оскільки необхідно подати інформацію коротко, але одночасно продемонструвати, що принцип побудови процесу обробки деталі забезпечує вимоги креслення в заданих умовах виробництва, а технологічні можливості верстатів використовуються раціонально. Крім того, треба максимально використати інформацію графічної частини курсової роботи. При цьому, існує небезпека не сказати головного й «потонути» в дрібницях, перевантаживши слухачів одноманітною інформацією, яка не має принципового значення.

Технологічний маршрут виготовлення деталі побудований на базі типового для даного виду деталей і передбачає 16 технологічних операцій.

Підготовка технологічних баз, центрових отворів, відбувається на фрезерно–центрувальному верстаті моделі МР–71 і включає два технологічних переходи, які виконуються послідовно. На цьому аркуші відображене налагодження на дану операцію. Заготовка встановлюється в пристрої на зовнішні поверхні діаметрами 32,5 і 23 мм. При переміщенні стола одночасно фрезеруються два торці. Використовуються торцеві фрези із механічним кріпленням п'яти твердосплавних пластин Т5К10. У другій позиції столу комбінованим центрувальним свердлом виконується свердлення отворів на глибину 7 мм.

Далі виконується операція попередньої токарської обробки, при цьому застосовується верстат зі ЧПК моделі 16Б16Т1, оснащений оперативною СЧПК «НЦ–31». На даній операції, як і на всіх наступних, деталь базується в центрах.

Обробка гвинтової поверхні здійснюється на різьбофрезерному верстаті моделі 5Б63. Використовується гребінчаста різьбова фреза зі швидкорізальної сталі Р6М5. Нарізка М18х1,5–6g обробляється за 1,3 оберту заготовки. Налаштування даної операції відображене на цьому аркуші.

Після проміжного контролю, що перешкоджає появі браку на наступних операціях, на зубофрезерному верстаті моделі 5А320 методом обкату здійснюється фрезерування зубчастої поверхні восьмого ступеня точності.

Чистові операції шліфування виконуються після хіміко–термічної обробки у два етапи на круглошліфувальних напівавтоматах моделі 3М151. Налаштування на одну із цих операцій наведено на цьому аркуші. Так, під час операції №35 здійснюється попереднє шліфування поверхонь діаметром 25к6 мм. При

цьому забезпечується дотримання розміру восьмого квалітету. Використовується шліфувальний круг прямого профілю ПП600×35×305 з білого електрокорунду, середньом'який з розміром зерна 50 мкм, що забезпечує параметр шорсткості поверхні Ra 0,8 мкм.

Завершує технологічний процес обробки операція комплексного контролю зубчастості поверхні, геометричних параметрів, форми й розташування інших поверхонь деталі.

Пропонований технологічний процес механічної обробки описує комплект документації, який включає маршрутну карту, операційні карти й карти ескізів. При оформленні документації використані дані детальної розробки операцій, наведені в пояснювальній записці.

Усі цифри й позначення, що наводяться в доповіді пам'ятати бажано, але не обов'язково. Але це не означає, що їх можна не використовувати. Найпростіше всю цифрову інформацію стосовно операцій подати на карті налагодження.

Питання, що задають на захисті курсових робіт, за цілеспрямованістю можна розділити на дві групи. Питання першої групи виникають унаслідок ознайомлення членів комісії із графічною частиною і їх сприйняттям доповіді. Вони ініціюються помилками, неточностями, обмовками і т. ін. Таких питань можна уникнути, старанно підготувавши доповідь, а також грамотним виконанням графічної частини.

Питання другої групи мають на меті перевірити технічну ерудицію та професійну підготовку студента з технологічних дисциплін. Спектр таких питань дуже широкий. Підготовкою до них фактично є аналітичний підхід до вирішення всіх проектних завдань, викладених у даних рекомендаціях. Мінімально необхідну інформацію містять джерела [1,8,10,13].

Відповідаючи на запитання, необхідно впевнитись, що ви правильно його зрозуміли. Якщо сумніваєтеся, а це може бути, якщо питання поставлене некоректно або вживаються невідомі вам терміни, попросіть уточнити питання. Уточнення питання припускає зміну формулювання або повідомлення додаткової інформації про мету відповіді.

Цілком імовірно, що ви не пам'ятаєте чисельного значення, отриманого в результаті розрахунку. У цьому випадку попросіть дозволу скористатися даними з пояснювальної записки.

Нижче наведено перелік тем технологічного напрямку, які можуть бути основою для питань на захисті курсової роботи.

- Технічні вимоги до робочих креслень виробів. Види матеріалів. Позначення машинобудівних матеріалів (марки) і технічних умов.
- Завдання в конструкторських документах механічних властивостей матеріалів. Способи керування механічними властивостями матеріалу в процесі виготовлення деталей.
- Оброблюваність чорних і кольорових сплавів.
- Позначення на кресленнях вимог до точності розмірів, геометричної точності поверхонь і їхнього взаємного розташування.
- Технологічні методи й способи забезпечення необхідної точності.

- Забезпечення експлуатаційних властивостей деталей шляхом керування технологічними характеристиками й механічними властивостями поверхонь.
- Основні напрями аналізу технологічності конструкції деталей.
- Види заготовок, які використовуються у машинобудуванні при проектуванні технологічних процесів механічної обробки. Особливості проектування заготовок.
 - Види механічної обробки поверхонь (циліндричних, плоских, зубчастих, шліцьових, різьбових) та їхні технологічні характеристики.
 - Технологічне устаткування для обробки різанням. Технологічні можливості й галузь їх використання. Верстати з ЧПК, особливості їхнього використання в умовах серійного виробництва.
 - Способи установки заготовок на металорізальних верстатах. Види пристроїв.
 - Інструментальні матеріали. Їхні види, позначення і властивості. Галузі застосування.
 - Види різального інструменту. Галузі використання. Позначення Інструментів за нормативно-технічними документами. Способи кріплення інструмента на металорізальних верстатах.
 - Призначення режимів різання металів. Стійкість інструменту. Визначення машинного часу на обробку для різних видів верстатних робіт.
 - Структурні складові технічної норми часу і особливості їх визначення за нормативами. Відображення нормованого часу в технологічній документації.
 - Застосування мастильно–охолоджувальної рідини (МОР) при механічній обробці металів. Види МОР в залежності від виду матеріалу та методу обробки.
 - Особливості технологічних процесів у різних організаційно-технічних умовах виробництва (одиничне, серійне, масове).
 - Технологічні маршрути виготовлення типових деталей.
 - Технологічна документація машинобудівного виробництва. Призначення, комплектність, правила оформлення й використання.

ЗАВДАННЯ
на курсовий проект
з дисципліни «Технологія обробки типових деталей»

студенту групи _____

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту: Спроекувати технологічний процес виготовлення деталі
в умовах серійного виробництва

_____ (найменування деталі)

Вихідні данні для проектування:

1. Деталь: _____

_____ (найменування деталі)

_____ (позначення на РК, варіант завдання)

2. Призначення припусків та розрахунок міжопераційних розмірів на поверхні,
що задані розмірами:

_____ (розмір)

_____ (розмір)

3. Розрахунок режимів різання та технічної норми часу на операції за номером МК:

_____ (номер операції, найменування)

_____ (номер операції, найменування)

4. Проектування карт налагодження на операції:

_____ (номер операції)

_____ (номер операції)

_____ (номер операції)

Завдання видав _____

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання: _____

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання _____

Термін подання курсового проекту до захисту _____

Графік виконання курсового проекту

студентом групи _____

(Прізвище, ім'я, по батькові)

керівник проекту _____

(Посада, прізвище, ім'я, по батькові)

Етап роботи	частка, %	Дата звіту за етап по тижням										Підпис керівника	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Одержання завдання на проектування	–												
Оформлення робочого креслення деталі	3												
Характеристика об'єкта виробництва	2												
Аналіз технологічності конструкції	3												
Вибір заготовки	5												
Оформлення креслення заготовки	3												
Обґрунтування технологічного маршруту	3												
Оформлення маршрутної карти	2												
Розрахунок припусків на обробку	4												
Детальна розробка операцій	25												
Розрахунок технічної норми часу	5												
Оформлення технологічної документації	13												
Проектування карт налагодження	12												
Оформлення пояснювальної записки	15												
Підготовка до захисту курсового проекту	5												
Захист курсового проекту (оцінка)	–												

Додаток Б
(рекомендований)
Графік виконання курсового проекту

Додаток В

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ГВУЗ «Національний гірничий університет»
Кафедра технології гірничого машинобудування

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Технологія обробки типових деталей»

Тема: «Спроекувати технологічний процес виготовлення деталі
«Вісь диференціалу»

Виконав студент групи ІМммХХ-Х _____

Перевірив ст. викладач

Пиньковский С.Г.

м. Дніпропетровськ
2013 р.

Перелік посилань

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск.: Высшейш. шк. 1983. – 288с.
2. ГОСТ 7505–89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Взамен ГОСТ 7505-55; Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 26с.
3. ГОСТ 26645–85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 1855–55, ГОСТ 2009–55; Введ. 01.01.86. –М.: Изд-во стандартов, 1986. – 21с.
4. Кодирование технологической информации: Справочное пособие / С.Г. Пиньковский, В.Г. Олейниченко. – Д.: Национальный горный университет, 2003.–24 с.
5. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы / Сост. С.Г. Пиньковский, В.И. Холоша, Ю.Г. Кравченко. – Д.: Национальный горный университет, 2004.–34 с.
6. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 638с.
7. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / Под ред. В.М. Раскатова. – М.: Машиностроение, 1980. – 511с.
8. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
9. Общемашинностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.
10. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.
11. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища шк. 1991. – 310 с.
12. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г. Кравченко, В.Г. Олейниченко. – Д.: НГАУУкраины, 2002.–15 с.
13. Справочник технолога-машиностроителя. –4–е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

Упорядник
Станіслав Глібович Пінковський

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З
ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ» ДЛЯ
СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 6.050502 «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»

Редактор О.Н. Ільченко

Підписано до друку _____, Формат 30×42/2
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк 4,7
Обл. – вид. арх. 4,1. Тираж _____ прим. Зам. № _____

НГУ
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19