



ДНІПРОВСЬКИЙ
ПРОФЕСІЙНИЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
КОЛЕДЖ

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ
НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

для самостійної роботи студентів

спеціальності G 11

Студент: _____

Група: _____

Варіант: _____

© ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж», 2026.
© О.В Гарбуз, 2026.

Усі права застережено.

Робочий зошит для самостійної роботи студентів з дисципліни «Технологічні основи програмування на верстатах з ЧПК» призначений для використання в освітньому процесі ЗПО «ДПТК». Повне або часткове тиражування, копіювання, відтворення, розміщення в мережі Інтернет, передавання третім особам і розповсюдження матеріалів посібника без письмового дозволу автора та/або правовласника забороняється, крім випадків, передбачених законодавством України. Під час використання окремих матеріалів обов'язковим є посилання на автора та назву цього посібника.

Робочий зошит для самостійної роботи студентів з дисципліни «Технологічні основи програмування на верстатах з ЧПК» для підготовки фахових молодших бакалаврів за спеціальністю G11 «Машинобудування» / укладач: О.В.Гарбуз - Дніпро, ЗПО ДПТК», 2026 р. - 30 с.

РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО на засіданні методичної комісії
машинобудування

Протокол № 1 від «31» серпня 2026 року

Голова методичної комісії _____ Ольга ГАРБУЗ

СХВАЛЕНО методичною радою ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж»

Протокол № ____ від «__» _____ 20__ року

Голова методичної ради _____ Сергій ГОРДІЄНКО

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Місце самостійної роботи в структурі дисципліни

Самостійна робота є невід'ємною складовою вивчення дисципліни «Технологічні основи програмування для верстатів з ЧПК» і спрямована на закріплення та практичне застосування знань, здобутих під час аудиторних занять за змістовими модулями 1-4 (системи координат і базові принципи програмування; програмування токарної обробки та функцій керування верстатом; програмування траєкторій руху та циклів обробки; верифікація та симуляція керуючих програм). Виконання самостійної роботи забезпечує формування визначених робочою програмою компетентностей (СК1, СК3, СК4, СК7) та програмних результатів навчання (РН1, РН5, РН13), зокрема здатності самостійно розробляти, перевіряти та коригувати керуючі програми для верстатів із ЧПК.

2. Мета самостійної роботи

Сформувані у студента вміння самостійно, без покрокового керівництва викладача: аналізувати креслення деталі та вихідні технологічні дані; обирати систему координат верстата та нульову точку деталі; призначати режими різання та обирати ріжучий інструмент; складати керуючу програму (визначати послідовність кадрів, застосовувати підготовчі G- та допоміжні M-функції); здійснювати самоперевірку розробленої програми на відповідність вихідним даним.

3. Порядок отримання завдання

Індивідуальний варіант визначається за порядковим номером студента в журналі академічної групи (Додаток А на стор. 9). Кожне завдання виконується на основі відповідного опорного плаката, що містить 6 варіантів вихідних даних та ескіз деталі. Перед виконанням завдання студент має самостійно повторити теоретичний матеріал відповідної теми за конспектом лекцій.

4. Алгоритм самостійного виконання завдання

Незалежно від конкретної теми, робота виконується в такій послідовності:

1. **Аналіз вихідних даних** — вивчити ескіз деталі, матеріал заготовки, рекомендований інструмент та задані режими обробки (частоту обертання шпинделя, подачу, глибину/ширину обробки тощо).
2. **Вибір системи координат верстата та нульову точку деталі** — обґрунтувати розташування нуля деталі (W) відповідно до типу обробки.
3. **Визначення безпечної позиції та стартової точки** для підведення інструмента.
4. **Розрахунок координат опорних точок траєкторії** (переходи, канавки, контур,

точки свердління тощо) — з урахуванням лінійної або кругової інтерполяції, за потреби.

5. **Вибір інструмента та корекцій** (на радіус/довжину інструмента — де це технологічно необхідно).

6. **Складання тексту керуючої програми** — послідовний запис кадрів із застосуванням відповідних G- та M-функцій.

7. **Перевірка (верифікація) складеної програми** — самостійна перевірка кадрів на логічну послідовність, відсутність зіткнень, коректність зазначених координат і режимів (із застосуванням симулятора).

8. **Оформлення звіту** за встановленим зразком.

МЕТОДИКА САМОПЕРЕВІРКИ ТА ВЕРИФІКАЦІЇ ПРОГРАМ

5. Чек-лист самоперевірки виконаної роботи

Перш ніж здати роботу на перевірку, студент має переконатися, що:

- Г обрано та обґрунтовано систему координат і нульову точку деталі;
- Г визначено безпечну позицію підведення інструмента;
- Г усі координати опорних точок розраховані та відповідають кресленню деталі;
- Г обраний інструмент відповідає завданню (тип, матеріал, розміри);
- Г призначені режими різання (n, F, S) відповідають вихідним даним варіанта;
- Г кадри програми записані послідовно, без пропусків та логічних помилок;
- Г програма містить команди пуску/зупинки шпинделя, охолодження та коректне завершення;
- Г звіт оформлено відповідно до встановленого зразка.

6. Перевірка виконаної роботи за допомогою симуляції

На реальному виробництві розроблену керуючу програму ніколи не звіряють з «еталонним текстом» — її перевіряють, спостерігаючи, як реально рухатиметься інструмент, і порівнюючи цю траєкторію з кресленням деталі. Саме тому найбільш об'єктивним і водночас найбільш професійним способом самоперевірки є симуляція траєкторії інструмента — той самий метод верифікації, що передбачений темою 6 навчальної програми дисципліни. Такий спосіб перевірки має принципову перевагу: він не підказує студенту готову відповідь, а показує наслідок його власного рішення.

Порядок самоперевірки програми через симулятор:

1. Підготувати текст керуючої програми у вигляді окремого файлу (розширення .nc, .tap, .gcode — залежно від вимог обраного симулятора) або скопіювати текст програми безпосередньо у вікно онлайн-редактора.
2. Завантажити програму в симулятор — наприклад, безкоштовний онлайн-інструмент **NCViewer** (<https://ncviewer.com/>) (не потребує встановлення, працює у браузері, підтримує стандартний ISO G-код, показує 3D-траєкторію руху інструмента).
3. Виконати покроковий або безперервний перегляд траєкторії й порівняти отримане зображення з ескізом деталі на опорному плакаті:
 - чи проходить траєкторія точно по контуру/поверхнях, зазначених на кресленні;
 - чи немає зайвих або пропущених ділянок руху;
 - чи відсутні різкі «стрибки» інструмента (ознака помилки в координатах);
 - чи інструмент правильно підводиться до заготовки та відводиться від неї в безпечну позицію.
4. У разі розбіжності траєкторії з кресленням — самостійно визначити кадр

програми, де виникла помилка (симулятор зазвичай підсвічує поточний виконуваний кадр), повернутися до розрахункової частини й перевірити координати цієї точки.

5. Повторити симуляцію після виправлення — доки траєкторія повністю не відповідатиме кресленню.

Альтернативні інструменти симуляції:

Якщо потрібна перевірка ближче до конкретної стійки ЧПК (Fanuc, Sinumerik, Haas тощо) або офлайн-робота без доступу до інтернету, можна скористатися безкоштовним застосунком **CNC Simulator Pro** (встановлюється на комп'ютер, дозволяє обирати тип верстата — токарний або фрезерний, — та стійку керування).

Що симуляція НЕ перевіряє:

Симулятор перевіряє геометричну правильність траєкторії, але не перевіряє автоматично:

- відповідність призначених режимів різання (n, F, S) вихідним даним варіанта — це студент звіряє самостійно за таблицею вихідних даних;
- коректність обраного інструменту (тип, матеріал) — звіряється з довідником інструментів;
- логічну послідовність технологічних переходів (наприклад, чи правильно обрано порядок обробки канавок).

Підсумковий критерій самоперевірки:

Програма вважається правильною, якщо: траєкторія руху інструмента, отримана в результаті симуляції, точно відповідає контуру та розмірам деталі на кресленні опорного плаката, а призначені в програмі режими обробки (S, F) відповідають вихідним даним варіанта. Якщо ця умова виконується — робота вважається засвоєною.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Нормативно-довідникова база:

1. **Офіційний каталог національних стандартів ДП «УкрНДНЦ»** (пошук чинних ДСТУ, зокрема серії ДСТУ ISO щодо систем координат і кодування верстатів з ЧПК): <https://csm.kiev.ua/nd/nd.php?b=1>
2. **База нормативних документів (ДСТУ, ГОСТ)** з можливістю перегляду анотацій: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-po-vidam-dokumentov/dstu_\(derzhavnyi_sta_852.html](https://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-po-vidam-dokumentov/dstu_(derzhavnyi_sta_852.html)

Довідкові матеріали з системи координат та програмування ЧПК (українською мовою):

3. **Стаття «Числове програмне керування»** – загальні поняття, G-код, структура керуючої програми: https://uk.wikipedia.org/wiki/Числове_програмне_керування
4. **Навчальний матеріал «Система координат верстата з ЧПК»:** <https://vseosvita.ua/lesson/systema-koordynat-verstata-z-chpk-607415.html>
5. **Розділ підручника КПІ «Координатні системи верстатів з ЧПК»** (напрями осей, правило правої руки): <http://tc.kpi.ua/content/book2005/book3/glav0611/0611.html>
6. **Навчальний посібник «Технологія та САП обробки на верстатах з ЧПК»** (прив'язка координат, нульові точки): <https://ir.stu.cn.ua/bitstream/handle/123456789/24615/Технологія%20та%20САП%20обробки%20на%20верстатах%20з%20ЧПК..pdf>
7. **Методичний посібник «Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК»** (формат кадру, G/M-функції, приклади): <http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/kmsit/metod/Навчальний%20посібник-%20Системи%20автоматизованого%20програмування%20верстатів%20з%20ЧПК%20.pdf>
8. **Довідник G- та M-кодів для верстатів з ЧПК:** <https://con.vashung.cx.ua/articles/kod-kerujuchoi-programi-chpu.html>

Примітка для студентів: офіційні тексти чинних ДСТУ ISO є платними документами і замовляються через офіційний каталог УкрНДНЦ. Наведені навчальні джерела призначені для самостійного ознайомлення з їх змістом і не замінюють офіційний текст стандарту.

ФОРМА ЗВІТНОСТІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ (ЗРАЗОК)

№ кадра	Команди G / M / X / Z / F / S	№ точки	X	Y	Z	Коментар до дії / кадру
N010	G21 G40 G90 G80	-	-	-	-	Ініціалізація системи, метричні одиниці
N020	G97 S800 M03	-	-	-	-	Запуск шпинделя з постійною частотою
N030	G00 X35.0 Z2.0 M08	0	35.0	-	2.0	Швидкий підвід до безпечної позиції, охолодження
N040	G01 X30.0 Z0.0 F0.2	1	30.0	-	0.0	Підхід до деталі з робочою подачею
N050	G01 X30.0 Z-30.0	2	30.0	-	-30.0	Поздовжнє точіння циліндра
...	...	...	...	...	...	...

- Правила ведення записів у звіті:**
- У колонці **«Команди»** послідовно записуються G- та M-коди з координатами переміщення.
 - У колонці **«Координати опорних точок»** фіксуються розраховані значення для кожної ключової геометричної точки траєкторії згідно креслення деталі.
 - У колонці **«Коментар»** коротко описується технологічний зміст операції (наприклад: підвід, точіння фаски, відвід, різьбонарізання тощо).

ТАБЛИЦЯ РОЗПОДІЛУ ВАРІАНТІВ (ДОДАТОК А)

Індивідуальний варіант визначається за вашим порядковим номером поіменної книги, який вказаний в журналі успішності. Оскільки кожен опорний плакат містить **6 варіантів** геометричних та технологічних даних, користуйтеся цією таблицею для визначення номеру свого завдання на плакаті:

Остання цифра індивід. номера	Передостання цифра індивідуального номера студента за поіменною книгою									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
2	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2
3	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
5	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2
6	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
8	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2
9	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

Приклад: Студент № за поіменною книгою у журналі 6189 (передостання цифра 8, остання цифра 9), тому студент виконує Варіант 1 для кожного завдання. Студент №6121 виконує Варіант 5.

ВАЖЛИВО: Всі вихідні дані (швидкість різання, подачі, діаметри та кроки різьби) мають суворо відповідати обраному варіанту. При зміні параметрів інструмента або технологічних режимів без узгодження з викладачем робота не зараховується.

ЧАСТИНА 1. ТОКАРНА ОБРОБКА НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Тема 1.1: Підрізання торця та обробка фаски

Мета: Отримати навички програмування торцювання деталі та обробки конічної фаски за один прохід. **Інструмент:** Різець прохідний упорний. Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал заготовки	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х
Частота n, об/хв	800	700	600	600	700	500
Глибина різання t, мм	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.5
Подача s, мм/об	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.25
Припуск на торець, мм	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5
Параметри фаски	2 x 45°	1.5 x 45°	2 x 45°	1 x 45°	1.5 x 45°	2 x 45°
Заготовка (Діаметр)	Ø30	Ø28	Ø40	Ø35	Ø32	Ø45

Вказівки: 1. Визначити нуль деталі (W) по правому торцю. 2. Визначити безпечну позицію X_start / Z_start. 3. Виконати підрізання торця до Z0. 4. Нарізати фаску згідно креслення та вивести інструмент.

Розрахункові координати точок (Заповнює студент):

Точка	X (Діаметр)	Z	Опис точки траєкторії
P0 (Старт)	_____	_____	Безпечна стартова точка
P1	_____	_____	Початок підрізання торця
P2 (Центр)	_____	_____	Кінець підрізання торця (вісь обертання)
P3	_____	_____	Початкова точка фаски
P4	_____	_____	Кінцева точка фаски (вихід на циліндр)

Тема 1.2: Токарна обробка зовнішньої поверхні в один прохід

Мета: Складання керуючої програми для чорнкової/чистової обробки ступінчастого валу за один прохід. Інструмент: Різець прохідний упорний.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х
Діаметр заготовки, мм	Ø32	Ø30	Ø42	Ø36	Ø34	Ø46
Частота n, об/хв	800	600	500	600	700	450
Глибина різання t, мм	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.5
Подача s, мм/об	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.25
Припуск на обробку, мм	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Ступені деталі за варіантами (Діаметр x Довжина кроку):

- Вар 1: Ø30x30, Ø26x40, Ø20x30, Ø16x10. Загальна довжина 110 мм.
- Вар 2: Ø28x25, Ø24x35, Ø18x25, Ø14x15. Загальна довжина 100 мм.
- Вар 3: Ø40x40, Ø32x40, Ø25x25, Ø18x15. Загальна довжина 120 мм.
- Вар 4: Ø35x30, Ø30x45, Ø20x20, Ø16x20. Загальна довжина 115 мм.
- Вар 5: Ø32x25, Ø28x30, Ø22x30, Ø18x20. Загальна довжина 105 мм.
- Вар 6: Ø45x35, Ø38x45, Ø28x30, Ø20x20. Загальна довжина 130 мм.

Розрахункові координати точок (Заповнює student):

Точка	X (Діаметр)	Z	Опис точки траєкторії
P0 (Старт)	_____	_____	Початкова безпечна точка
P1	_____	_____	Ступінь 1 (перший уступ)
P2	_____	_____	Ступінь 2
P3	_____	_____	Ступінь 3
P4	_____	_____	Ступінь 4 (кінцевий циліндр)

Тема 1.3: Свердлювання отворів на токарних верстатах з ЧПК

Мета: Освоїти технологію та програмування осьового свердлювання на токарних верстатах. **Інструмент:** Свердло центруюче або спіральне (HSS). Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х
Частота n , об/хв	800	700	900	600	1000	600
Подача f , мм/об	0.15	0.12	0.15	0.12	0.18	0.12
Діаметр свердла D , мм	Ø28	Ø32	Ø26	Ø36	Ø24	Ø40
Глибина свердління L , мм	25	28	30	35	25	40
Припуск на вихід, мм	2	2	2	2	2	2
Підвід інструмента, мм	2	2	2	2	2	2

Вказівки до роботи:

1. Координата X для осьового інструмента завжди дорівнює X_0 .
2. Свердління виконується по осі Z у напрямку негативних значень (Z_-).
3. Враховуйте припуск на вихід (конічну частину свердла) для повного отримання циліндричної форми отвору.

Таблиця координат опорних точок (Заповнює студент):

Точка	Координата X	Координата Z	Технологічна дія
P0 (Швидкий підвід)	$X = \underline{\hspace{2cm}}$	$Z = \underline{\hspace{2cm}}$	Безпечний підвід
P1 (Початок різання)	$X = 0$	$Z = 2.0$	Стартова точка дотику
P2 (Кінець різання)	$X = 0$	$Z = \underline{\hspace{2cm}}$	Кінцева глибина з урахуванням виходу
P3 (Відвід)	$X = \underline{\hspace{2cm}}$	$Z = \underline{\hspace{2cm}}$	Швидке виведення свердла в безпечну точку

Тема 1.4: Програмування точіння канавок та відрізання

Мета: Складання програми для обробки однієї або декількох зовнішніх канавок та відрізання готової деталі від прутка. **Інструменти:** Різець канавковий (ширина b), різець відрізний.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х
Частота n (канавки), об/хв	700	800	600	700	800	600
Подача f (канавки), мм/об	0.12	0.12	0.15	0.12	0.12	0.15
Ширина канавки b , мм	4	3	4	3	4	4
Кількість канавок	2	2	2	2	2	2
Відрізання (частота n), об/хв	800	700	600	700	600	800
Подача s (відрізання), мм/об	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Важливі правила програмування канавок та відрізання:

- Координація Z задає ліву або праву кромку різця залежно від налаштування інструмента (зазвичай прив'язка ведеться по правій кромці).
- При відрізанні необхідно обов'язково програмувати перехід координати X нижче нуля ($X-1.0 \dots X-2.0$) для чистого зрізання без утворення 'бобишки'.

Схема обробки канавок (Заповнює студент):

Елемент	Координата позиціонування Z	Геометричний розмір	Особливості обробки
Канавка 1	$Z = \underline{\hspace{2cm}}$	Ширина = $\underline{\hspace{2cm}}$	Глибина = $\underline{\hspace{2cm}}$
Канавка 2	$Z = \underline{\hspace{2cm}}$	Ширина = $\underline{\hspace{2cm}}$	Глибина = $\underline{\hspace{2cm}}$
Відрізання	$Z = \underline{\hspace{2cm}}$	Діаметр зрізу = $X0$	Кінцева точка різця $X = -2.0$

Тема 1.5: Програмування нарізання зовнішньої різьби різьбовим різцем

Мета: Закріпити навички створення керуючих програм для нарізання метричної різьби з використанням циклу G76. **Інструмент:** Різець різьбовий для зовнішньої різьби 60°.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Тип різьби	M24x2	M20x2	M18x1.5	M16x2	M20x1.5	M12x1.75
Діаметр різьби d, мм	24	20	18	16	20	12
Крок різьби P, мм	2	2	1.5	2	1.5	1.75
Довжина різьби L, мм	30	25	25	20	22	18
Загальна довжина, мм	70	60	65	55	60	50
Частота обертів n, об/хв	400	500	600	600	600	800
Глибина різання t, мм	0.15	0.15	0.12	0.15	0.12	0.10
Припуск під різьбу, мм	+0.3	+0.3	+0.3	+0.3	+0.3	+0.2

Формат циклу різьбонарізання G76 (на прикладі стійки Fanuc):

G76 P(m)(r)(a) Q(dmin) R(d);

G76 X(U) Z(W) R(i) P(k) Q(d) F(L);

де: *m* — кількість чистових проходів; *r* — величина збігу; *a* — кут профілю різьби (60°); *dmin* — мінімальна глибина різання; *d* — припуск на чистову обробку; *X*, *Z* — кінцева точка різьби; *k* — висота профілю різьби на сторону; *d* — глибина першого проходу; *F* — крок різьби.

Розрахункові параметри циклу G76 (Заповнює студент):

Параметр циклу G76	Значення за варіантом	Формула / Спосіб визначення
Параметр X (кінцева точка різьби)	X = _____	Обчислюється як d - (1.3 * P) або за стандартом
Параметр Z (кінець різьбової ділянки)	Z = _____	Задається як від'ємна довжина різьби -L
Параметр F (подача / крок)	F = _____	Подача при нарізанні різьби дорівнює її кроку P
Висота профілю різьби (K)	K = _____	Задається в мікронах (0.6134 * P * 1000)

Тема 1.6: Нарізання внутрішньої метричної різьби

Мета: Навчитись програмувати цикли нарізання внутрішньої різьби різьбовим різцем. **Інструмент:** Внутрішній різьбовий різець (кут профілю 60°).

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Тип внутрішньої різьби	M24x2	M20x2	M18x1.5	M16x2	M20x1.5	M12x1.75
Крок різьби P, мм	2	2	1.5	2	1.5	1.75
Довжина різьби Lp, мм	30	25	25	20	22	18
Глибина різання t, мм	0.15	0.15	0.12	0.15	0.12	0.10
Частота обертів n, об/хв	400	500	600	600	600	800
Подача f, мм/об	2.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5
Припуск під різьбу, мм	+0.3	+0.3	+0.3	+0.3	+0.3	+0.2

Особливості обробки внутрішньої різьби:

- Попередньо в деталі має бути виконаний отвір під різьбу (свердлінням або розточуванням).
- Діаметр отвору під різьбу приблизно дорівнює: $D_{\text{отв}} = d_{\text{ном}} - P$.
- Траєкторія інструменту починається всередині отвору, тому безпечний підвід по X робиться на діаметр, менший за діаметр отвору (наприклад, $X = d - 3.0$), а виведення після проходу — до центру деталі.

Розрахункові параметри циклу G76 (Заповнює студент):

Параметр внутрішнього циклу	Значення за варіантом	Технологічне обґрунтування
Діаметр отвору під різьбу	$D = \underline{\hspace{2cm}}$	$D = d - P$ (номінальний розмір під нарізання)
Стартова точка підведення	$X = \underline{\hspace{2cm}}$	X_{start} має бути меншим за діаметр отвору D
Кінцева точка по X	$X = \underline{\hspace{2cm}}$	Дорівнює номінальному діаметру різьби d (зовнішньому)
Подача на прохід (F)	$F = \underline{\hspace{2cm}}$	Подача при нарізанні різьби дорівнює її кроку P

Тема 1.7: Розрахунок координат опорних точок токарного контуру

Мета: Отримати стійкі навички визначення та розрахунку декартових координат точок для деталей різної геометричної форми. **Завдання:** Для обраного варіанта деталі розрахувати координати опорних точок контуру в абсолютній системі координат (G90) з урахуванням того, що вісь Z є віссю симетрії деталі, а нуль деталі (W) знаходиться на правому торці.

Деталь / Варіант	Розміри ступенів (Діаметр x Довжина), мм
Деталь 1 (Варіант 1)	Ø20 x 20, Ø30 x 30, Ø20 x 20, Ø40 x 25. Загальна довжина 95 мм. 2 фаски 2x45°.
Деталь 2 (Варіант 2)	Ø20 x 20, Ø30 x 25, Ø40 x 25, Ø50 x 20. Загальна довжина 90 мм. 2 фаски 2x45°.
Деталь 3 (Варіант 3)	Ø20 x 20, Ø25 x 25, конус 1:5 завдовжки 30 мм, Ø45 x 20. Загальна довжина 95 мм. 2 фаски 2x45°.
Деталь 4 (Варіант 4)	Ø20 x 20, Ø30 x 25, Ø40 x 20, Ø50 x 25. Загальна довжина 90 мм. Внутрішня виточка. 2 фаски 2x45°.
Деталь 5 (Варіант 5)	Ø24 x 20, Ø32 x 25, радіус спряження R3, Ø48 x 20. Загальна довжина 90 мм. 2 фаски 2x45°.
Деталь 6 (Варіант 6)	Ø20 x 20, Ø24 x 20, радіус R5, Ø40 x 20, Ø50 x 20. Загальна довжина 80 мм. 2 фаски 2x45°.

Таблиця розрахованих координат контуру (Заповнює студент):

Точка контуру	Координата X (Діаметр)	Координата Z	Технологічний елемент контуру
Точка 0 (Старт)	X = 0	Z = 0	Нуль деталі (центр правого торця)
Точка 1	X = _____	Z = _____	Початок першої фаски
Точка 2	X = _____	Z = _____	Ступінь 1 (циліндр)
Точка 3	X = _____	Z = _____	Уступ 1
Точка 4	X = _____	Z = _____	Ступінь 2 (циліндр)
Точка 5	X = _____	Z = _____	Уступ 2

Точка контуру	Координата X (Діаметр)	Координата Z	Технологічний елемент контуру
Точка 6	X = _____	Z = _____	Ступінь 3
Точка 7 (Відвід)	X = _____	Z = _____	Вихід у безпечну позицію

ЧАСТИНА 2. ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Тема 2.1: Фрезерна обробка плоских деталей: Прямокутний контур

Мета: Навчитись програмувати контурну обробку плоских деталей кінцевою фрезою. **Інструмент:** Кінцева фреза Ø16. Матеріал інструменту: твердий сплав. Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал заготовки	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х	Сталь 45	Сталь 40Х
Габарити заготовки, мм	100х70х16	120х80х16	140х90х18	110х80х16	130х90х18	150х100х18
Глибина обробки, мм	16	16	18	16	18	18
Частота обертів n, об/хв	800	700	600	800	700	600
Подача на зуб fz, мм/зуб	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.10
Подача робоча, мм/хв	1000	900	900	1000	1000	1000
Припуск на бік / висоту	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1

- Вказівки до програмування фрезерування контуру:**
- Вибрати систему координат деталі. Рекомендується розташувати нуль деталі (X0, Y0) в лівому нижньому куті, а Z0 — на верхній площині деталі.
 - Обробка має виконуватись з урахуванням компенсації радіуса фрези (G41 — зліва від контуру, G42 — справа). Для кінцевої фрези Ø16 компенсація складає R8.0.
 - Виконати плавний підхід до деталі по дотичній дузі або прямій лінії.

Розрахунок опорних точок траєкторії (Заповнює студент):

Точка контуру	Координата X	Координата Y	Призначення та опис руху
P_start (Підвід)	X = _____	Y = _____	Безпечна точка над заготовкою (Z = 2.0)
P1 (Кут 1)	X = 0	Y = 0	Кутова точка лівого нижнього кута контуру
P2 (Кут 2)	X = _____	Y = _____	Рух по осі X (ширина деталі)

Точка контуру	Координата X	Координата Y	Призначення та опис руху
P3 (Кут 3)	X = _____	Y = _____	Рух по осі Y (довжина деталі)
P4 (Кут 4)	X = _____	Y = _____	Рух по осі X назад
P5 (Повернення)	X = 0	Y = 0	Замикання контуру в початковому куті

Тема 2.2: Фрезерування прямокутного контуру з закругленням кутів

Мета: Отримати навички кругової інтерполяції (G02/G03) при обробці радіусних контурів. **Інструмент:** Кінцева фреза Ø16. Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Габарити деталі, мм	100x70x16	120x80x16	140x90x18	110x80x16	130x90x18	150x100x18
Радіус кутів R, мм	R10	R12	R15	R12	R12	R12
Діаметр отвору, мм	Ø10 (отв)	Ø12 (пази)	Ø12 (отв)	Ø24 (отв)	Ø12 (отв)	Ø12 (отв)
Частота обертів n, об/хв	800	700	600	800	700	600
Подача робоча, мм/хв	1000	900	900	1000	1000	1000

Вказівки до кругової інтерполяції:

- Рух за годинниковою стрілкою програмується кодом **G02**, проти годинникової стрілки — **G03**.
- Радіус дуги задається або параметром **R**, або координатами центра дуги через вектори **I, J** (відстані від початкової точки дуги до її центру по осях X та Y).

Розрахункові параметри радіусних ділянок контуру (Заповнює студент):

Дугова ділянка	Код напрямку	Кінцева точка дуги (X, Y)	Радіус дуги
Дуга 1 (Кут нижній правий)	G02/G03 = _____	X = _____, Y = _____	R = _____
Дуга 2 (Кут верхній правий)	G02/G03 = _____	X = _____, Y = _____	R = _____
Дуга 3 (Кут верхній лівий)	G02/G03 = _____	X = _____, Y = _____	R = _____
Дуга 4 (Кут нижній лівий)	G02/G03 = _____	X = _____, Y = _____	R = _____

Тема 2.3: Фрезерування шпоночних пазів на валах

Мета: Вивчення технології та написання програм для фрезерування глухих шпоночних пазів. **Інструменти:** Шпоночна фреза (дискова або кінцева шпоночна).
Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Діаметр вала, мм	Ø40	Ø35	Ø50	Ø45	Ø40	Ø55
Довжина паза L, мм	16	18	20	14	18	22
Ширина паза b (H7), мм	5	6	8	5	6	8
Глибина паза t, мм	3.3	3.8	4.3	3.3	3.8	4.3
Розташування паза	по центру	по центру	по центру	по центру	по центру	по центру
Припуск на обробку, мм	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Довжина вала, мм	140	120	160	140	135	180

Особливості обробки шпоночного паза:

1. Нуль деталі по осі X знаходиться на лівому торці вала, по осі Y — на осі симетрії вала, а по осі Z — на верхній твірній вала (найвищій точці циліндра).
2. Обробка шпоночного паза виконується за кілька проходів по глибині маятниковим рухом або за один прохід спеціальною шпоночною фрезою з осьовим врізанням.
3. Шпоночна фреза має діаметр, що точно дорівнює номінальній ширині паза b, тому зміщення по осі Y відносно осі деталі не допускається (Y0).

Таблиця точок траєкторії шпоночної фрези (Заповнює студент):

Точка	Координата X	Координата Y	Координата Z	Технологічний зміст переміщення
P0 (Швидкий підвід)	X = _____	Y = 0	Z = 2.0	Позиціонування над центром паза
P1 (Перше врізання)	X = _____	Y = 0	Z = _____	Врізання на глибину t_проходу
P2 (Робочий хід)	X = _____	Y = 0	Z = _____	Рух уздовж паза на довжину L
P3 (Відвід)	X = _____	Y = 0	Z = 2.0	Швидкий вихід з паза в безпечну зону

Тема 2.4: Фрезерування пазів у наскрізних або глухих отворах

Мета: Отримати навички обробки внутрішніх шпоночних та шліцьових пазів у отворах корпусних деталей кінцевою фрезою. **Інструмент:** Кінцева фреза Ø12 (або інша згідно варіанту). Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Габарити заготовки, мм	100x70x16	120x80x18	140x90x20	110x80x16	130x90x22	150x100x24
Діаметр отвору, мм	Ø40	Ø50	Ø60	Ø45	Ø55	Ø65
Ширина паза b (H9), мм	12	14	16	14	14	14
Глибина паза t, мм	15	18	20	16	22	24
Тип паза	Наскрізний	Наскрізний	Глухий	Наскрізний	Глухий	Глухий
Частота обертів n, об/хв	800	700	600	700	600	500
Робоча подача, мм/хв	1000	900	900	1000	1000	1000

Рекомендації до виконання роботи:

- При роботі з глухими пазами обов'язково контролюйте глибину врізання по Z. Для глухого паза дно має бути плоским, що вимагає кінцевої фрези з плоским торцем.
- Траскторія інструменту складається з підведення в центр отвору (де є вільне місце), радіального врізання на глибину паза по осі Y (або X), проходку по контуру паза та повернення у центр.

Етапи обробки внутрішнього паза (Заповнює студент):

Етап траскторії	Цільова координата	Технологічне обґрунтування
1. Вхід в отвір	По центру: X0 = 0, Y0 = 0	Опускання на глибину Z = _____
2. Радіальний підхід	X = _____, Y = _____	Початок обробки паза (дотик фрези)
3. Прохід по ширині	X = _____, Y = _____	Ширина паза b з урахуванням діаметра фрези
4. Повернення в центр	X = 0, Y = 0	Безпечне виведення інструмента з зони різання

Тема 2.5: Багатоінструментальна обробка корпусних деталей

Мета: Опанувати програмування автоматичної зміни інструменту (код M06) та сумісної роботи різних типів інструментів. **Рекомендований набір інструментів:** Кінцева фреза, свердло спіральне, розточувальна головка, зенкер, фасонна фреза.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал заготовки	C420	Сталь 45	C420	Сталь 45	C420	Сталь 45
Габаритні розміри, мм	140x100x40	160x120x50	180x130x55	150x110x45	170x120x50	200x140x60
Діаметр центр. отвору	Ø40	Ø50	Ø60	Ø45	Ø55	Ø65
Кількість отворів x d	4 отв. Ø12	4 отв. Ø14	4 отв. Ø16	6 отв. Ø12	4 отв. Ø14	6 отв. Ø16
Точність обробки	IT12	IT12	IT12	IT12	IT12	IT12
Шорсткість Ra, мкм	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2

Таблиця призначення інструментів (Довідкова):

Інструмент	Позначення (Т)	Код зміни (M06)	Технологічне призначення
Кінцева фреза Ø16	T01	T01 M06	Чорнова та чистова обробка площин, кишень та контурів
Свердло Ø12 / Ø14 / Ø16	T02	T02 M06	Свердління кріпильних отворів по координатах
Розточувальна головка	T03	T03 M06	Фінішне чистове розточування центрального отвору
Зенкер Ø12 / Ø14 / Ø16	T04	T04 M06	Зенкерування отворів під болти для підвищення точності
Фасонна фреза	T05	T05 M06	Зняття фасок, обробка радіусних переходів, канавок

Завдання для студента: Опишіть послідовність зміни інструментів та виклику коректорів на довжину (G43 H...) та радіус (G41/G42 D...) у вашому звіті.

Тема 2.6: Фрезерна обробка складних плоских поверхонь (кишень)

Мета: Навчитись програмувати покрокову обробку багатоступінчастих уступів та внутрішніх замкнених кишень з пошаровим зняттям металу по осі Z.

Інструменти: Кінцева фреза Ø16, торцева фреза Ø50. Охолодження: емульсія.

Параметр / Варіант	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 5	Вар 6
Матеріал заготовки	Сталь 45	Сталь 40X	Сталь 45	Сталь 40X	Сталь 45	Сталь 40X
Габаритні розміри, мм	125x85x30	145x95x30	165x105x30	135x115x30	155x105x30	165x115x30
Кількість рівнів по Z	3 рівні	4 рівні	3 рівні	3 рівні	3 рівні	4 рівні
Висота рівнів (Z), мм	0; -10;-20	0; -8; -16;-24	0; -10;-20	0; -10;-20	0; -8; -16;-24	0; -10;-20;-25
Частота обертів n, об/хв	800	900	1000	900	1000	900
Подача робоча, мм/хв	900	900	900	900	1000	900

Технологічні правила обробки кишень та уступів:

- Пошарове фрезерування виконується з кроком по глибині різання, який не перевищує 0.5. 0.8 від діаметра фрези.
- При кожному опусканні на наступний рівень по осі Z необхідно програмувати безпечне врізання (по рампі, гвинтовій траєкторії або у попередньо просвердлений отвір).
- Контурна обробка стінок кишені виконується з урахуванням припуску на чистовий прохід (0.5 мм), який знімається окремим фінішним проходом.

Схема рівнів обробки та координати (Заповнює студент):

Технологічний ступінь	Глибина обробки Z	Призначення переходу траєкторії
Рівень 1	Z = _____	Глибина чорнового фрезерування кишені
Рівень 2	Z = _____	Глибина другого ступеня / уступу
Рівень 3	Z = _____	Кінцева глибина внутрішньої порожнини
Рівень чистовий	Z = _____	Чистовий прохід по контуру стінок та дна

ЧАСТИНА 3. ДОДАТКОВІ ЗАВДАННЯ

Тема 3.1: Токарна обробка

Мета: Навчитись програмувати обробку заданої деталі.

Завдання: Скласти керуючу програму, накреслити ескіз деталі, позначити опорні точки та заповнити таблицю за зразком.

*** знайти та виправити помилки на вихідному ескізі**

№ кадра	Команди G / M / X / Z / F / S	№ точки	X	Y	Z	Коментар до дії / кадру
N010	G21 G40 G90 G80	-	-	-	-	Ініціалізація системи, метричні одиниці
N020	G97 S800 M03	-	-	-	-	Запуск шпинделя з постійною частотою
N030	G00 X35.0 Z2.0 M08	0	35.0	-	2.0	Швидкий підвід до безпечної позиції, охолодження
N040	G01 X30.0 Z0.0 F0.2	1	30.0	-	0.0	Підхід до деталі з робочою подачею
N050	G01 X30.0 Z-30.0	2	30.0	-	-30.0	Поздовжнє точіння циліндра
...	...	...	...	...	...	...

Завдання 3.1.1 Обробка зовнішньої поверхні

1 **Варіант 1**

Матеріал заготовки	Сталь 45
Діаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Ø50
Частота обертання шпинделя n , об/хв	800
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на обробку, мм (розподілений)	1,0

2 **Варіант 2**

Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Діаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Ø30
Частота обертання шпинделя n , об/хв	2,0
Глибина різання t , мм	0,20
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на обробку, мм (розподілений)	1,0

3 **Варіант 3**

Матеріал заготовки	Сталь 45
Діаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Ø40
Частота обертання шпинделя n , об/хв	900
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на обробку, мм (розподілений)	1,0

4 **Варіант 4**

Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Діаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Ø30
Частота обертання шпинделя n , об/хв	800
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на обробку, мм (розподілений)	1,0

5 **Варіант 5**

Матеріал заготовки	Сталь 45
Діаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Ø30
Частота обертання шпинделя n , об/хв	700
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на обробку, мм (розподілений)	1,0

6 **Варіант 6**

Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Діаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Ø40
Частота обертання шпинделя n , об/хв	900
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на обробку, мм (розподілений)	1,0

ВКАЗІВКИ:

1. Вибрати систему координат та куту деталі.

2. Визначити величину подачі для заданих інструментів.

3. Визначити порядок інструментів в стартову точку.

4. Визначити обробку заданої поверхні в один проход з заданими параметрами обробки.

5. Визначити порядок інструментів до повернення в стартову точку.

6. Перебудувати закриваний контур.

Завдання 3.1.2 Підрізання торця та зняття фаски

1 **Варіант 1**

Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n , об/хв	800
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на підрізання торця, мм	1,0
Фаска	2x45°

2 **Варіант 2**

Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n , об/хв	700
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на підрізання торця, мм	1,0
Фаска	1,5x45°

3 **Варіант 3**

Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n , об/хв	800
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на підрізання торця, мм	1,0
Фаска	2x45°

4 **Варіант 4**

Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n , об/хв	800
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на підрізання торця, мм	1,0
Фаска	1x45°

5 **Варіант 5**

Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n , об/хв	700
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на підрізання торця, мм	1,0
Фаска	1,5x45°

6 **Варіант 6**

Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n , об/хв	900
Глибина різання t , мм	2,0
Подача s , мм/об	0,20
Протяжок на підрізання торця, мм	1,0
Фаска	2x45°

ВКАЗІВКИ:

1. Вибрати систему координат та куту деталі.

2. Визначити величину подачі для заданих інструментів.

3. Визначити порядок інструментів в стартову точку.

4. Визначити підрізання торця до заданої точки координат.

5. Визначити обробку фаски в один проход.

6. Перебудувати закриваний контур.

Завдання 3.1.3 Обробка канавок та відрізання деталі

1 **Варіант 1**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n, об/хв	750
Подача t, мм/об	0,12
Глибина канавки b, мм	4
Кількість канавок	2
Відхилення при діаметрі, мм	±0,06

2 **Варіант 2**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45Х
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача t, мм/об	0,12
Глибина канавки b, мм	3
Кількість канавок	2
Відхилення при діаметрі, мм	±0,04

3 **Варіант 3**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача t, мм/об	0,15
Глибина канавки b, мм	4
Кількість канавок	2
Відхилення при діаметрі, мм	±0,06

4 **Варіант 4**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n, об/хв	750
Подача t, мм/об	0,10
Глибина канавки b, мм	3
Кількість канавок	2
Відхилення при діаметрі, мм	±0,05

5 **Варіант 5**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n, об/хв	900
Подача t, мм/об	0,10
Глибина канавки b, мм	4
Кількість канавок	2
Відхилення при діаметрі, мм	±0,04

6 **Варіант 6**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача t, мм/об	0,15
Глибина канавки b, мм	4
Кількість канавок	2
Відхилення при діаметрі, мм	±0,06

ВКАЗІВКИ:

- Вибрати матеріал заготовки за умови деталі.
- Визначити частоту обертання шпинделя для заданих параметрів.
- Визначити подачу інструмента в створену канавку.
- Обробити канавку заданої глибини і кількості.
- Вибрати відхилення деталі в задану послідовність.
- Параметризувати записаний програм.

Завдання 3.1.4 Свердління отвору

1 **Варіант 1**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача на оберт t, мм/об	0,10
Глибина свердління b, мм	20
Діаметр свердла d, мм	30
Подача на вінець (з шпинделя) f, мм/хв	2
Подача інструмента v, мм	2

2 **Варіант 2**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n, об/хв	750
Подача на оберт t, мм/об	0,10
Глибина свердління b, мм	20
Діаметр свердла d, мм	30
Подача на вінець (з шпинделя) f, мм/хв	2
Подача інструмента v, мм	2

3 **Варіант 3**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача на оберт t, мм/об	0,10
Глибина свердління b, мм	20
Діаметр свердла d, мм	30
Подача на вінець (з шпинделя) f, мм/хв	2
Подача інструмента v, мм	2

4 **Варіант 4**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача на оберт t, мм/об	0,10
Глибина свердління b, мм	20
Діаметр свердла d, мм	30
Подача на вінець (з шпинделя) f, мм/хв	2
Подача інструмента v, мм	2

5 **Варіант 5**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 45
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача на оберт t, мм/об	0,10
Глибина свердління b, мм	20
Діаметр свердла d, мм	30
Подача на вінець (з шпинделя) f, мм/хв	2
Подача інструмента v, мм	2

6 **Варіант 6**

Висновок дані	
Матеріал заготовки	Сталь 40Х
Частота обертання шпинделя n, об/хв	800
Подача на оберт t, мм/об	0,10
Глибина свердління b, мм	20
Діаметр свердла d, мм	30
Подача на вінець (з шпинделя) f, мм/хв	2
Подача інструмента v, мм	2

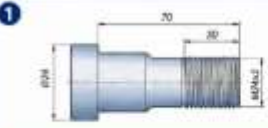
ВКАЗІВКИ:

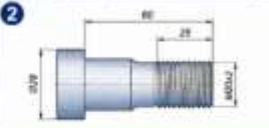
- Вибрати матеріал заготовки за умови деталі.
- Визначити частоту обертання шпинделя для заданих параметрів.
- Визначити подачу інструмента в створену канавку.
- Визначити подачу інструмента в створену канавку.
- Визначити відхилення деталі в задану послідовність.
- Параметризувати записаний програм.

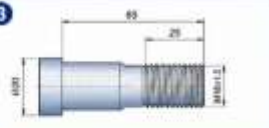
РЕКОМЕНДОВАНИЙ ІНСТРУМЕНТ

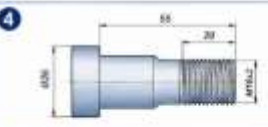
Матеріал інструмента	ПІЛІТНИЙ ІНСТРУМЕНТ
Діаметр свердла	30 - 40
Подача інструмента	20 - 30

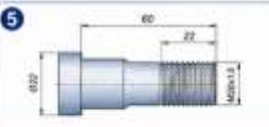
Завдання 3.1.5 Нарізання зовнішньої різьби

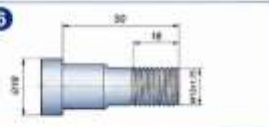












№ варіанта	Розміри деталей, мм				Резьбові розміри		Додаткові дані	
	Діаметр різьби d	Крок різьби P	Довжина різьби L	Довжина деталі L _{дет}	Питлива обробка циліндрич. к. об'єкту	Глибина різьби t, мм	Підкладка t, мм/об'	Притиск під різьбу (діаметр), мм
1	M24	2	30	70	400	0,15	3,0	+0,3
2	M20	2	25	60	500	0,15	2,0	+0,3
3	M28	1,5	25	65	600	0,12	1,5	+0,3
4	M26	2	20	55	600	0,15	2,0	+0,3
5	M25	1,5	22	60	600	0,12	1,5	+0,3
6	M12	1,75	18	50	800	0,10	1,5	+0,2

Висновки:

1. Вибрати спеціальне інструментальне з'єднання.

2. Виконати бачення: вибрати для нарізання інструмент.

3. Виконати процес нарізання в стартовий етап.

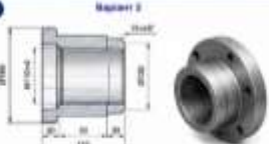
4. Провести завершення нарізання різьби різьбовим різцем в один проход.

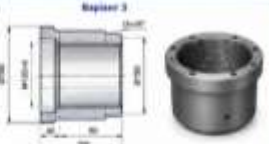
5. Виконати з'єднання інструменту до повернення в безпечне положення.

6. Провести завершення програми.

Завдання 3.1.6 Нарізання внутрішньої різьби













№ варіанта	Розміри деталей, мм				Резьбові розміри		Додаткові дані	
	Діаметр різьби d	Крок різьби P	Довжина різьби L	Довжина деталі L _{дет}	Питлива обробка циліндрич. к. об'єкту	Глибина різьби t, мм	Підкладка t, мм/об'	Притиск під різьбу (діаметр), мм
1	M20	1,5	10	20	400	0,15	3,0	+0,3
2	M22	1,5	10	22	500	0,15	2,0	+0,3
3	M23	1,5	10	23	600	0,12	1,5	+0,3
4	M22	1,5	10	22	600	0,15	2,0	+0,3
5	M18	1,5	10	18	600	0,12	1,5	+0,3
6	M14	1,5	10	14	800	0,10	1,5	+0,2

Висновки:

1. Вибрати спеціальне інструментальне з'єднання.

2. Виконати бачення: вибрати для нарізання інструмент.

3. Виконати процес нарізання різьби різьбовим різцем в один проход.

4. Провести завершення нарізання різьби різьбовим різцем в один проход.

5. Провести завершення програми.

РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ

Інструмент	Розміри різця для нарізання різьби
Діаметр різця	Ø20 - Ø26
Крок різьби P	1 - 2 мм



Завдання 3.2.1 Обробка контуру деталі

[illegible]

Завдання 3.2.2 Обробка паза деталі

[illegible]

Завдання 3.2.3 Обробка шпонкового пазу

Варіант 1

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	20
Відстань між L, мм	8
Глибина паза h, мм	8
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 2

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	20
Відстань між L, мм	8
Глибина паза h, мм	8
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 3

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	20
Відстань між L, мм	8
Глибина паза h, мм	8
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 4

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	20
Відстань між L, мм	8
Глибина паза h, мм	8
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 5

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	20
Відстань між L, мм	8
Глибина паза h, мм	8
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 6

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	20
Відстань між L, мм	8
Глибина паза h, мм	8
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

ЗАДАВАННЯ:

- Вибрати матеріал деталі та квалітет сталі.
- Визначити точність обробки паза.
- Визначити розміри деталей.
- Вибрати паза та квалітет сталі.
- Обробити деталі паза на верстаті з використанням інструменту.
- Обробити деталі паза на верстаті з використанням інструменту.

ПОСИЛАННЯ:

1. Технологія виготовлення деталей з використанням інструменту.

2. Технологія виготовлення деталей з використанням інструменту.

3. Технологія виготовлення деталей з використанням інструменту.

ПЕРЕБІРКА:

1. Вибір матеріалу деталі та квалітет сталі.

2. Вибір матеріалу деталі та квалітет сталі.

3. Вибір матеріалу деталі та квалітет сталі.

ІНСТРУМЕНТИ:

1. Інструмент для обробки паза.

2. Інструмент для обробки паза.

3. Інструмент для обробки паза.

Завдання 3.2.4 Багатоінструментальна обробка деталі

Операції: фрезерування паза та поверхні деталі; свердління та розточування отворів

Варіант 1

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	10
Відстань між L, мм	10
Глибина паза h, мм	10
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 2

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	10
Відстань між L, мм	10
Глибина паза h, мм	10
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 3

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	10
Відстань між L, мм	10
Глибина паза h, мм	10
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 4

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	10
Відстань між L, мм	10
Глибина паза h, мм	10
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 5

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	10
Відстань між L, мм	10
Глибина паза h, мм	10
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

Варіант 6

Матеріал деталі	Сталь 45
Довжина деталі, мм	100
Довжина отвору/пазу L, мм	10
Відстань між L, мм	10
Глибина паза h, мм	10
Розмір паза b, мм	10
Розмір паза d, мм	30
Розмір паза f, мм	0,01
Розмір паза g, мм	0,02

ЗАДАВАННЯ:

- Вибрати матеріал деталі та квалітет сталі.
- Визначити точність обробки паза.
- Визначити розміри деталей.
- Вибрати паза та квалітет сталі.
- Обробити деталі паза на верстаті з використанням інструменту.
- Обробити деталі паза на верстаті з використанням інструменту.

ПЕРЕБІРКА:

1. Вибір матеріалу деталі та квалітет сталі.

2. Вибір матеріалу деталі та квалітет сталі.

3. Вибір матеріалу деталі та квалітет сталі.

ІНСТРУМЕНТИ:

1. Інструмент для обробки паза.

2. Інструмент для обробки паза.

3. Інструмент для обробки паза.