

Херсонський національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Інженерії та транспорту  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))  
Автоматизації, робототехніки і мехатроніки  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка**  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

Бакалавр  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему « **ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТОРСЬКА- ПІДГОТОВКА  
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПЛИТА ВЕРХНЯ»** »

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ІМ  
спеціальності

131 – Прикладна механіка  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

МАЛИХІН В.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Сімінченко І.П.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Херсон - 2025 р.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 1     |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

Херсонський національний технічний університет

( повне найменування вищого навчального закладу )

Інститут, факультет, відділення \_\_\_\_\_ Інженерії та транспорту

Кафедра, циклова комісія \_\_\_\_\_ Автоматизації, робототехніки і мехатроніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ Бакалавр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність \_ 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

І.А. Селіверстов

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

**МАЛИХІНУ ВІТАЛІЮ ВАСИЛЬОВИЧУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) **ТЕХНОЛОГІЧНО - КОНСТРУКТОРСЬКА-ПІДГОТОВКА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПЛИТА ВРХНЯ»**

Керівник проєкту Сімінченко Ігор Павлович, старший викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено наказом вищого навчального закладу від 12.01.2025 р. № 42-с

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) Червень 2025 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі , програма випуску

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Ілюстративний матеріал \_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада | Підпис, дата |
|--------|------------------------------|--------------|
|--------|------------------------------|--------------|

|         |       |           |           |      |                      |              |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|--------------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А<br>  2 |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |              |

|                         |                                                         |                |                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|                         | консультанта                                            | завдання видав | завдання прийняв |
| Технологічна частина    | <u>Сімінченко Ігор Павлович, ст.</u><br><u>викладач</u> |                |                  |
| Конструкторська частина | <u>Сімінченко Ігор Павлович, ст.</u><br><u>викладач</u> |                |                  |

7. Дата видачі завдання 04.02.2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи) | Строк виконання етапів проєкту (роботи) | Примітка |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1.    | Технологічні розрахунки                  | Травень 2025р.                          |          |
| 2.    | Конструкторські розрахунки.              | Червень 2025р.                          |          |
| 3.    | Оформлення ілюстративного матеріалу.     | Червень 2025р.                          |          |
| 4.    | Оформлення пояснювальної записки.        | Червень 2025р.                          |          |

Студент \_\_\_\_\_ Малихін В. В.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) \_\_\_\_\_ Сімінченко І.П.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 3     |

# РЕФЕРАТ

Робота присвячена проектуванню та розробці технологічного процесу обробки деталі «Плита верхня», наведено необхідне технологічне обладнання, інструмент та режими різання.

Кваліфікаційна робота бакалавра Малихіна Віталія Васильовича виконана на тему « ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПЛИТА ВЕРХНЯ».

Метою створення роботи є розробка заготовки, технологічного процесу та вибір обладнання і технологічних характеристик роботи.

В роботі наведено розрахунки режимів різання, оформлено креслення деталі, наведено приклади верстатів та приладів для обробки і виготовлення деталі.

Пояснювальна записка містить:

- аркушів – 60;
- рисунків – 20;
- таблиці – 7;
- ілюстрований матеріал – 3 листи формату А4

# ЗМІСТ

## ВСТУП

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА                                                                           | 7  |
| 1.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі                                         | 7  |
| 1.2 Аналіз вибору конструкційного матеріалу                                                             | 9  |
| 1.3 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва | 11 |
| 1.4 Проектування конструкції заготовки                                                                  | 16 |
| 1.5 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі                             | 20 |
| 1.6 Проектування технологічного процесу                                                                 | 22 |
| 1.7 Вибір обладнання                                                                                    | 26 |
| РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА                                                                        | 31 |
| 2.1 Проектування послідовностей оброблення поверхонь заготовки                                          | 31 |
| 2.2 Короткий опис вибору верстатного обладнання та інструменту для обробки деталі                       | 33 |
| 2.3 Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки                     | 39 |
| 2.4 Визначення режимів різання                                                                          | 41 |
| РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ                                                                                  | 48 |
| Висновки                                                                                                | 50 |
| Список використаної літератури                                                                          | 51 |
| Додатки                                                                                                 | 52 |

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку промисловості та технологій, уміння технологічно створювати деталі займає ключове місце в системі виробництва. Здатність пояснювати технологічні процеси та створювати деталі відповідно до вимог економічної та технічної ефективності забезпечують успішне функціонування підприємства та його конкурентоспроможність.

Технологічне створення деталей опирається на комплексні знання з області матеріалознавства, механіки, конструкторства та організації виробництва. Ці знання дають можливість вирішувати завдання створення нових виробів, забезпечувати їх якість та тривалість експлуатації.

Знання та навички створення деталей щодня знаходять застосування у виробництві автомобілів, авіації, будівництві, машинобудуванні та багатьох інших галузях. Вони дозволяють значно скоротити витрати, збільшити швидкість та точність виробничих процесів.

Метою даної дипломної роботи є дослідження технологічних методів створення деталей та їхнє застосування з метою збільшення ефективності виробництва та розробки перспективних рішень для задоволення сучасних потреб ринку.

## РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі «Плита верхня »

#### Аналіз конструктивних особливостей деталі та її класифікація

##### Загальний опис конструкції

«Плита верхня» є важливим елементом конструкції, що виконує роль опорної або кріпильної бази. Вона має точні отвори для встановлення інших деталей та з'єднання з механізмами. Конструкція передбачає високу точність виготовлення та додаткову механічну обробку.

Деталь є базовою опорною плитою, що має високу точність обробки та певні елементи термообробки. Геометрія передбачає рівномірне розташування отворів, що забезпечує симетричність і жорсткість конструкції. Вона використовується для точного з'єднання з іншими деталями, що видно за посадками та точністю виконання. Може мати отвори, пази або інші елементи, які дозволяють з'єднувати її з іншими частинами або пристроями, забезпечуючи функціональну інтеграцію в загальну систему

Виготовлення деталі передбачає розкрюювання заготовки, фрезерування, свердління, розточування, термообробку (якщо потрібно) та контроль якості. Виконується свердління отворів різних діаметрів відповідно до креслення. Деталь використовується як кріпильний елемент, тому важлива висока точність обробки. При необхідності використовується шліфування або доопрацювання деяких отворів у зборі.

Верхня плита часто служить для надання додаткової жорсткості та стабільності конструкції. Вона може підтримувати інші деталі або модулі, забезпечуючи їх надійне розташування. У деяких випадках може виконувати захисну функцію, захищаючи внутрішні компоненти від зовнішніх впливів, таких як пил, бруд, або механічні пошкодження.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 7     |

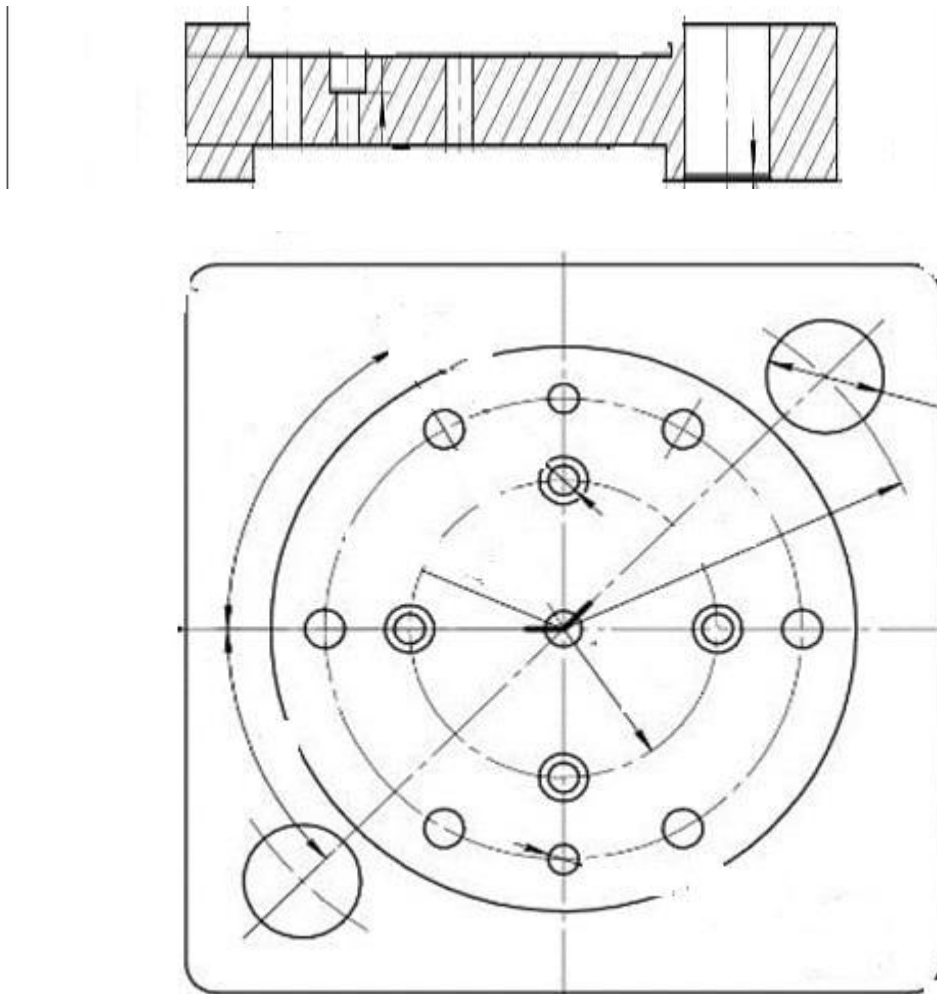


Рис.1-3Д модель “Плита верхня ”

### Геометричні особливості

Плита верхня має компакту, але міцну конструкцію, що включає:

- Основний корпус, який може мати плитоподібну або іншу складну форму в залежності від сфери застосування.
- Отвори різного діаметра, які дозволяють встановлювати болтові з'єднання або осьові механізми.

### Елементи конструкції

Отвори та посадки:

Центральний отвір  $\varnothing 100 \pm 0,1$  мм.

Концентричний отвір  $\varnothing 240 \pm 0,1$  мм.

Отвори  $\varnothing 10H8$  (4 шт.),  $\varnothing 38H7$  (2 шт.),  $\varnothing 13H12$  (6 шт.),  $\varnothing 16H12$  (4 шт.),  $\varnothing 12$  (6 шт.).

## Аналіз умов роботи деталі в складальній одиниці або вузлі

Матеріал: Сталь СтЗсп (відповідно до ГОСТ 380-2005)

Маса деталі: 12,36 кг

Основа деталі має форму квадратної плити. В центрі плити розташовані концентричні отвори та отвори по колу.

Виготовляється механічною обробкою (свердління, розточування, фрезерування).

## 1.2 Аналіз вибору конструкційного матеріалу

### Характеристика матеріалу

Сталь СтЗпс є вуглецевою напівспокійною сталлю будівельного та загального призначення, яка застосовується для виготовлення різних несучих і не несучих елементів металоконструкцій. Хімічний склад сталі СтЗпс відповідає ДСТУ 2651 і ГОСТ 380.

**Класифікація:** Сталь конструкційна вуглецева звичайної якості.

**Продукція:** Листовий та сортовий прокат, в т.ч. фасонний.

Хімічний склад сталі СтЗпс відповідно до ДСТУ 2651 у відсотках

| 2         | Si        | Mn       | P     | S     | Cr    | N      | Cu    |
|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 0.14-0.22 | 0.05-0.15 | 0.4-0.65 | ≤0.04 | ≤0.05 | ≤0.30 | ≤0.010 | ≤0.30 |

**Вуглець (C): 0.14–0.22%** Вуглець – основний елемент, що визначає міцність сталі. У цій сталі його вміст забезпечує оптимальний баланс між міцністю та пластичністю.

**Кремній (Si): 0.05–0.15%** Кремній виконує роль розкислювача, зменшуючи кількість кисню у сталі. Це покращує її зварюваність та механічні властивості.

**Марганець (Mn): 0.40–0.65%** Марганець покращує твердість і зносостійкість сталі. Також сприяє усуненню шкідливих домішок сірки.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 9     |

**Сірка (S):  $\leq 0.05\%$**  Сірка зазвичай є шкідливою домішкою, яка знижує пластичність. Однак її контрольований рівень підтримує баланс між міцністю та оброблюваністю сталі.

**Фосфор (P):  $\leq 0.04\%$**  Фосфор підвищує міцність і твердість сталі, але його надлишок може зробити матеріал крихким.

**Хром (Cr):  $\leq 0.30\%$**  Хром додається для покращення корозійної стійкості та зносостійкості сталі.

**Мідь (Cu):  $\leq 0.30\%$**  Мідь підвищує стійкість сталі до атмосферної корозії, що важливо для будівельних конструкцій.

**Азот (N):  $\leq 0.010\%$**  Азот зазвичай контролюється для запобігання утворенню азотистих включень, які можуть знижувати пластичність.

Рис.2 Опис сталі

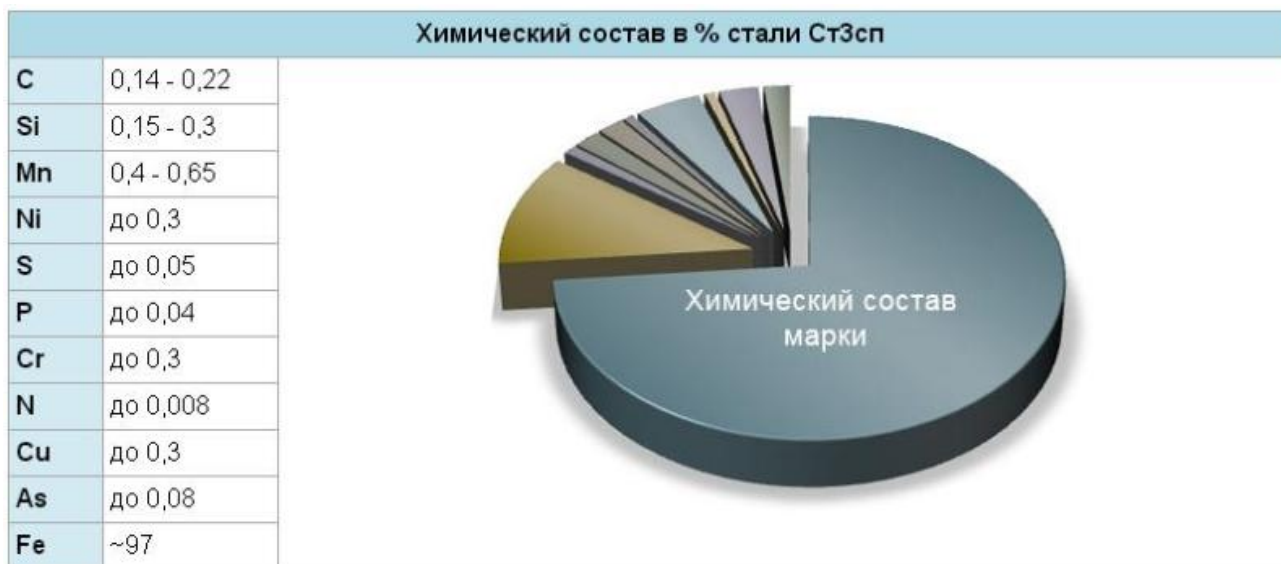


Табл.1 Механічні властивості сталі СтЗпс:

| Стандарт   | Межа міцності | Мінімальна межа плинності ReH(МПа) |       |        |            | Мінімальне відносне подовження $\sigma$ , % |       |           |
|------------|---------------|------------------------------------|-------|--------|------------|---------------------------------------------|-------|-----------|
|            |               | До 20                              | 20-40 | 40-100 | Більше 100 | До 20                                       | 20-40 | Більше 40 |
| ГОСТ 14637 | 370-480       | 245                                | 235   | 225    | 205        | 26                                          | 25    | 23        |
| ДСТУ 8803  |               |                                    |       |        |            |                                             |       |           |

### 1.3 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва

1. Одиничне – виготовлення малих партій або поштучне виробництво, застосовується при виготовленні унікальних деталей або прототипів.

2. Серійне – випуск деталей партіями, що потребує стандартизованих технологічних процесів.

3. Масове – велике серійне виробництво з високою автоматизацією процесів.

#### Вплив типу виробництва на технологічну підготовку

- При одиничному виробництві важливе значення має універсальне обладнання (верстати з ЧПК, фрезерні, токарні), а технологічна документація може бути мінімальною.

- Серійне виробництво потребує ретельної розробки технологічного процесу, вибору спеціалізованих інструментів і оснащення, а також застосування кондукторів і шаблонів.

- Масове виробництво передбачає автоматизацію процесів, використання спеціального оснащення та мінімізацію витрат на одиницю продукції.

З огляду на креслення, деталь має круглі та центральні симетричні отвори, що може свідчити про її виготовлення на координатно-розточних або фрезерних верстатах. Ймовірно, її виготовлення буде проводитися в умовах дрібносерійного або серійного виробництва, що вплине на вибір технології (обробка на ЧПК, контроль якості, оснащення для центрування).

#### Аналіз вибору конструкційного матеріалу

Вибір конструкційного матеріалу для виготовлення плити верхньої є одним із ключових етапів проектування, оскільки саме від матеріалу залежать експлуатаційні характеристики, довговічність, міцність та технологічність обробки деталі. При виборі матеріалу необхідно враховувати такі фактори, як

механічні властивості, зносостійкість, корозійна стійкість, економічна доцільність та технологічність виготовлення.

Цей матеріал має високу твердість та зносостійкість.. Він забезпечує високу міцність при статичних і динамічних навантаженнях, що особливо важливо для деталей, які працюють у вузлах із високими механічними впливами.

Плита верхня працює в умовах значних механічних навантажень, тому матеріал повинен мати високу міцність, жорсткість і зносостійкість. Крім того, важливим є його здатність протистояти ударним навантаженням та вібраціям, що можуть впливати на довговічність деталі. Враховуючи ці вимоги, існує кілька варіантів матеріалів, серед яких сірий чавун, конструкційна сталь, нержавіюча сталь та алюмінієві сплави. По завданню плита верхня виготовляється з конструкційної сталі Ст3пс.

Основними перевагами конструкційної сталі Ст3пс є:

1. Міцність і пластичність – оптимальне співвідношення міцності та пластичності дозволяє використовувати її в будівництві, машинобудуванні та інших галузях.
2. Зварюваність – добре зварюється без значної втрати механічних властивостей, що спрощує виготовлення металоконструкцій.
3. Морозостійкість – витримує низькі температури, що дозволяє використовувати її у холодних кліматичних умовах.
4. Оброблюваність – легко піддається механічній обробці: різанню, штампуванню, куванню.
5. Доступність і низька вартість – широко поширена і відносно недорога в порівнянні з легованими сталями.
6. Стійкість до статичних і динамічних навантажень – забезпечує довговічність конструкцій.

Завдяки цим властивостям сталь Ст3пс активно використовується в будівництві, мостобудуванні, суднобудуванні, машинобудуванні та інших сферах промисловості.

Проте сірий чавун також має певні недоліки:

1. Низька корозостійкість – без додаткового захисту (фарбування, оцинкування) швидко іржавіє при впливі вологи та агресивного середовища.
2. Низька зносостійкість – швидко зношується при терті, тому не підходить для деталей, що працюють в умовах високого абразивного навантаження.
3. Чутливість до температурних коливань – при дуже низьких температурах можливе підвищення крихкості, хоча вона має відносно хорошу корозостійкість.

Табл 2. Механічні властивості сталі См3пс

| Характеристики                                | Значення                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Межа міцності при розтягу ( $\sigma_b$ ), МПа | 370-480                                                                                                                                                                                                                           |
| Межа текучості ( $\sigma_t$ ), МПа            | $\geq 245$ Н/мм <sup>2</sup> (для прокату $\leq 10$ мм), $\geq 245$ Н/мм <sup>2</sup> (до 20 мм), $\geq 235$ Н/мм <sup>2</sup> (20-40 мм), $\geq 225$ Н/мм <sup>2</sup> (40-100 мм), $\geq 205$ Н/мм <sup>2</sup> (більше 100 мм) |
| Відносне подовження ( $\delta_5$ ), %         | 26% (до 20 мм), 25% (20-40 мм), 23% (більше 40 мм)                                                                                                                                                                                |
| Твердість за Брінеллем (НВ), НВ               | Залежить від обробки та термообробки                                                                                                                                                                                              |
| Твердість за Роквеллом                        | Залежить від термообробки                                                                                                                                                                                                         |
| Модуль пружності, ГПа                         | 200                                                                                                                                                                                                                               |
| Коефіцієнт Пуассона                           | 0.27-0.30                                                                                                                                                                                                                         |
| Щільність, кг/м <sup>3</sup>                  | 7850                                                                                                                                                                                                                              |

Конструкційна сталь(Ст3пс) є оптимальним матеріалом (механічні характеристики наведені у таблиці 1) для виготовлення плити верхньої. Вона забезпечує достатню міцність, гарну вібро- та шумопоглинаючу здатність, економічну доцільність та простоту механічної обробки. Це робить його

ідеальним вибором для деталей, що працюють у вузлах із помірними навантаженнями, вібраціями та змінами температурного режиму. Завдяки своїм властивостям, сталь Ст3пс дозволяє збільшити термін служби деталі та забезпечити її стабільну роботу в умовах експлуатації.

Табл 3. Хімічні властивості сталі Ст3пс

| Елемент        | Вміст, %    |
|----------------|-------------|
| Вуглець (C)    | 0.14 – 0.22 |
| Сірка (S)      | до 0,04     |
| Фосфор (P)     | до 0,04     |
| Марганець (Mn) | до до 0,65  |
| Кремній (Si)   | до 0,3      |

### Визначення типу виробництва

Визначення типу виробництва є ключовим етапом технологічної підготовки виготовлення плити верхньої, оскільки від цього залежить вибір обладнання, технологічних процесів, організація виробництва та економічна ефективність усього циклу виготовлення. Тип виробництва визначається за такими параметрами, як обсяг випуску деталей, рівень уніфікації конструкції, вимоги до точності та шорсткості поверхонь, а також можливості автоматизації процесів.

Згідно з прийнятою класифікацією виробничих процесів, існує кілька основних типів виробництва: одиничне, дрібносерійне, серійне та масове. Для вибору оптимального типу виробництва необхідно враховувати плановий річний обсяг випуску плити верхньої, що становить 1000 штук. Такий обсяг випуску свідчить про те, що виробництво належить до малосерійного або серійного типу, що має значний вплив на технологічну підготовку.

Середньо серійне виробництво передбачає випуск обмеженої кількості однакових деталей протягом певного періоду часу. Характерними ознаками цього типу є застосування універсального обладнання, використання стандартного інструменту та пристосувань, а також можливість внесення змін у технологічний процес без значних витрат. У випадку цієї деталі, яка

виготовляється в кількості 1000 штук, можливе використання як універсальних верстатів, так і обладнання з ЧПК для підвищення точності та зменшення часу обробки.

Табл.4 Аналогові дані для визначення типу виробництва.

| Тип виробництва         | Річний обсяг випуску деталей одного найменування,шт |                         |                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                         | легкі, масою до 20 кг                               | середні, масою 20-30 кг | важкі, масою більше 30 кг |
| Одиничний               | до 100                                              | до 10                   | 1...5                     |
| Малосерійний            | 101...500                                           | 11...200                | 6...100                   |
| <b>Середньосерійний</b> | 501...5000                                          | <b>201...1000</b>       | 101...300                 |
| Великосерійний          | 5001...50000                                        | 1001...5000             | 301...1000                |
| Масовий                 | більше 50000                                        | більше 5000             | більше 1000               |

У серійному виробництві спостерігається повторюваність технологічних операцій та виготовлення деталей у певних обсягах протягом визначеного часу. Для серійного виробництва характерне використання спеціалізованого обладнання та автоматизованих систем контролю, що підвищує продуктивність і зменшує відходи матеріалу. У випадку виготовлення плити верхньої цей підхід може бути економічно вигідним, оскільки дозволяє оптимізувати витрати на виробництво та підвищити якість деталей завдяки точнішому контролю за параметрами обробки.

Одним із важливих факторів визначення типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій (Кзо), який показує, скільки різних технологічних операцій виконується на одному робочому місці. Для малосерійного виробництва цей коефіцієнт знаходиться в межах 10-20, що передбачає використання багатофункціонального обладнання, тоді як для серійного виробництва Кзо є нижчим, оскільки операції розподіляються між спеціалізованими робочими місцями.

При визначенні типу виробництва необхідно враховувати також можливість використання гнучких виробничих систем (ГВС) та верстатів із

числовим програмним керуванням (ЧПК). Використання ЧПК дозволяє зменшити трудомісткість виробничого процесу, скоротити час на переналагодження обладнання та підвищити точність обробки кронштейна. Це особливо важливо у випадку малосерійного та серійного виробництва, оскільки дозволяє знизити собівартість деталей без втрати якості.

Ще одним важливим фактором є вибір методів контролю якості. У малосерійному виробництві основна увага приділяється вхідному контролю матеріалів та між операційному контролю, який здійснюється операторами верстатів. Для серійного виробництва характерне використання автоматизованих систем контролю, які забезпечують високу повторюваність параметрів та мінімізують вплив людського фактора.

Таким чином, на основі аналізу обсягу випуску, технологічних можливостей та вимог до точності обробки було визначено, що оптимальним варіантом для виготовлення кронштейна є середньо серійне з елементами серійного підходу. Це дозволяє поєднати високу гнучкість виробничого процесу з ефективністю використання обладнання та оптимізувати витрати на виготовлення деталей. Вибір цього типу виробництва також забезпечує можливість оперативного коригування технологічного процесу без значних витрат на переналагодження обладнання та зміни оснастки, що є важливим фактором для збереження конкурентоспроможності продукції.

#### 1.4 Проектування конструкції заготовки.

Наступним важливим фактором, який необхідно враховувати при проектуванні заготовок є характеристика конструктивної форми деталі, яка визначає геометричні особливості конструкції деталі. Конструктивні форми деталей загального машинобудування умовно поділяють на одинадцять груп. За характерними основними конструктивними ознаками визначають код форми (КФ).

Табл. 5 Конструктивні форми деталей.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 16    |

| Код форми<br>(КФ) | Основні конструктивні ознаки деталі                                                                                                                                                                                                                                                   | Приклади конструкцій                                                                                                                                                      |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 31                | Деталі простої форми, які складаються з гладких або ступінчастих площин, циліндричних або комбінованих поверхонь з наявністю буртів, ребер, бобишок, фланців та отворів                                                                                                               | Плити, кронштейни, фланці, накривки, щоки                                                                                                                                 |
| 32                | Коробчасті рознімні корпусні деталі з установочною поверхнею, яка паралельна або перпендикулярна до площини рознімання, які мають одну або більше базових поверхонь, а також ребра, заглиблення та виступи                                                                            | Корпуса редукторів та варіаторів, коробок швидкостей, коробок подач                                                                                                       |
| 33                | Деталі закритої та частково відкритої циліндричної і коробчастої форми. Зовнішні поверхні можуть мати плоску та криволінійну форму з кронштейнами, фланцями, патрубками та іншими елементами. Внутрішні поверхні найчастіше мають складну форму з значними виступами та заглибленнями | Станини металорізальних верстатів, столи верстатів, супорти, блоки циліндрів, двигунів внутрішнього згоряння, корпуси газових та водяних насосів, корпуси електродвигунів |

## Методи лиття, що розглядаються

Існує кілька технологій лиття, які можуть бути використані для виготовлення заготовки плити верхньої. Серед основних методів розглядаються:

1. Лиття піщане, кокільне

**Переваги:** мінімальні відходи, можливість виготовлення складних форм.

2. Прокат та різання.

Підходить для сталевих або алюмінієвих плит.

**Метод:** листовий або сортовий прокат, різання на заготовки (лазерне, плазмове, гідроабразивне).

**Переваги:** висока точність та міцність матеріалу.

3. Механічна обробка (фрезерування, токарна обробка)

Застосовується для заготовок із прокатного матеріалу або литва.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 17    |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

**Метод:** механічна обробка на верстатах ЧПУ.

**Переваги:** висока точність, можливість отримання складних форм.

Для такої деталі як плита вехня найкраще підходить спосіб виготовлення методом прокатки.

- **Прокат** – це технологічний процес обробки металу тиском, при якому заготовка пропускається через систему валків прокатного стану, зменшуючи свою товщину та змінюючи форму.
- **Гарячий прокат** – проводиться при високих температурах (вище температури рекристалізації), що дозволяє отримати пластичний матеріал і великі розміри деталей.
- **Холодний прокат** – здійснюється при кімнатній температурі, забезпечуючи високу точність розмірів і покращені механічні властивості.

Метод прокату використовується для виготовлення таких деталей і виробів:

- Листового металу (сталеві, алюмінієві листи).
- Будівельних профілів (швелери, двотаври, кутики).
- Труб різного діаметра.
- Залізничних рейок.
- Автомобільних та машинобудівних деталей.

Прокат є одним із найпоширеніших методів отримання напівфабрикатів і кінцевих виробів з металу, що широко використовується в промисловості.

**Основні етапи процесу прокату:**

### 1. Підготовка заготовки.

Вибір металу або сплаву( конструкційна сталь Ст3пс). Нагрівання заготовки до необхідної температури (для гарячого прокату). Очищення поверхні від окалини та забруднень.

### 2. Прокатування

Заготовка пропускається через валки, що обертаються в протилежних напрямках. Відбувається пластична деформація металу, зміна його форми та

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 18    |

розмірів.Можливий багатопрохідний прокат (проходження через кілька валкових клітей).

### **3. Формування кінцевої геометрії**

В залежності від типу прокатного стану можна отримати різні профілі (листи, штаби, профільовані вироби – рейки, балки, кутики тощо).

### **4. Охолодження та термічна обробка**

У гарячому прокаті відбувається поступове охолодження виробу для зняття внутрішніх напружень.Можливе додаткове загартування або нормалізація.

### **5. Механічна обробка та контроль якості**

Різання заготовок на необхідні розміри.Шліфування, виправлення, усунення дефектів. Контроль параметрів виробу (геометричні розміри, міцність, твердість).

При визначенні точності виготовлення заготовки враховуються допуски. Відповідно до стандартів, для конструкційної сталі точність лиття може коливатися у межах IT12-IT14, що є прийнятним для подальшого точного фрезерування та свердління. Поверхні, які будуть оброблятися різальним інструментом, повинні мати припуски в межах 2-5 мм залежно від типу обробки.

На заключному етапі проектування конструкції заготовки проводиться її моделювання у спеціалізованих програмних засобах, таких AutoCAD. Це дозволяє оцінити розподіл напружень у заготовці, спрогнозувати можливі деформації після прокатки та визначити оптимальні точки кріплення для механічної обробки

Таким чином, правильне проектування конструкції заготовки дозволяє зменшити витрати матеріалу, скоротити час механічної обробки, забезпечити високу якість кінцевої деталі та оптимізувати виробничий процес. Вибір прокатки найбільш доцільним варіантом для виробництва верхньої кришки з конструкційної сталі Ст3пс, оскільки цей метод забезпечує необхідну точність, міцність і технологічність заготовки.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 19    |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

Ескіз заготовки .рис.2.5

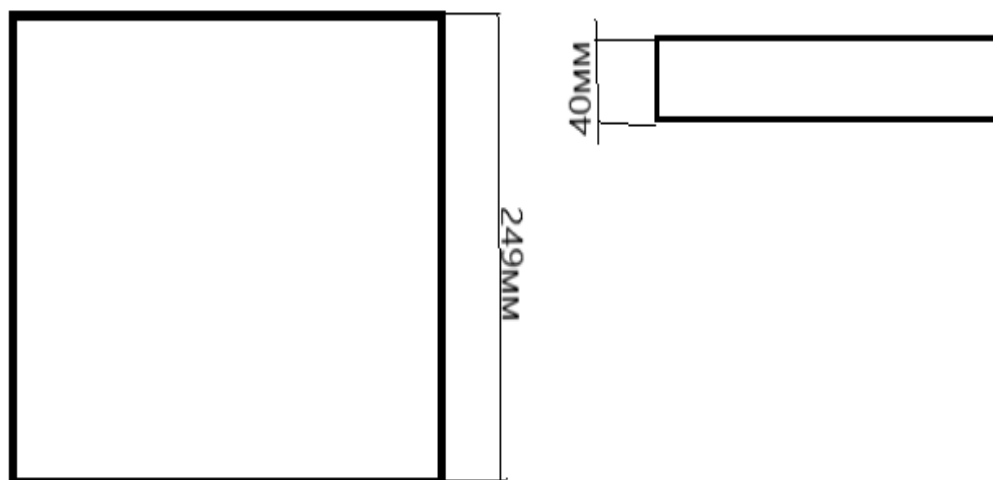


рис.3 Ескіз заготовки  
Заготовку доцільно отримувати методом прокатки.

### 1.5 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі

Вибір баз для технологічного процесу є важливим етапом у розробці технології виготовлення плити верхньої, оскільки від правильного базування залежить точність обробки, стабільність розмірів та якість кінцевого виробу. Базування визначає спосіб розміщення заготовки на верстаті або пристосуванні, а також спосіб фіксації деталі під час обробки. Для ефективної механічної обробки необхідно правильно вибрати та закріпити технологічні бази, що дозволить мінімізувати похибки та забезпечити відповідність кресленням.

При виборі баз для технологічного процесу враховуються такі основні фактори:

- Точність взаємного розташування поверхонь;
- Забезпечення жорсткості фіксації заготовки;
- Зручність доступу різального інструменту до всіх оброблюваних поверхонь;

- Мінімізація похибок, що виникають під час перевстановлення деталі між операціями;
- Спрощення технологічного процесу шляхом використання єдиної системи базування на всіх етапах обробки.

У процесі виготовлення плити верхньої застосовується принцип єдиної технологічної бази, що означає використання одних і тих самих базових поверхонь на всіх етапах обробки. Це дозволяє зменшити похибки, що виникають при повторному встановленні деталі, а також забезпечити високу точність остаточних розмірів.

1. Основна (установча) база – найважливіша поверхня, яка слугує для закріплення та орієнтації деталі під час виготовлення та монтажу.

Зазвичай це нижня площина плити, яка встановлюється на опорну поверхню або стикується з іншими деталями. рис2.6

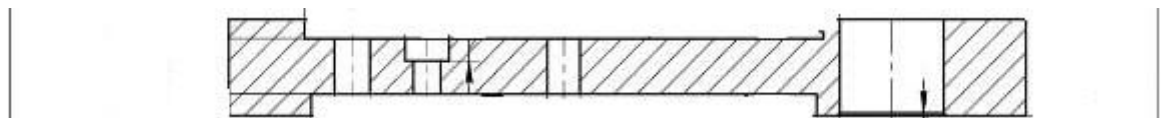


Рис 4.

2. Функціональні бази – поверхні, які забезпечують правильну взаємодію з іншими деталями.

Це можуть бути верхня поверхня плити (наприклад, якщо на неї встановлюється обладнання) або бічні поверхні, що визначають положення у виробі.рис.2.7

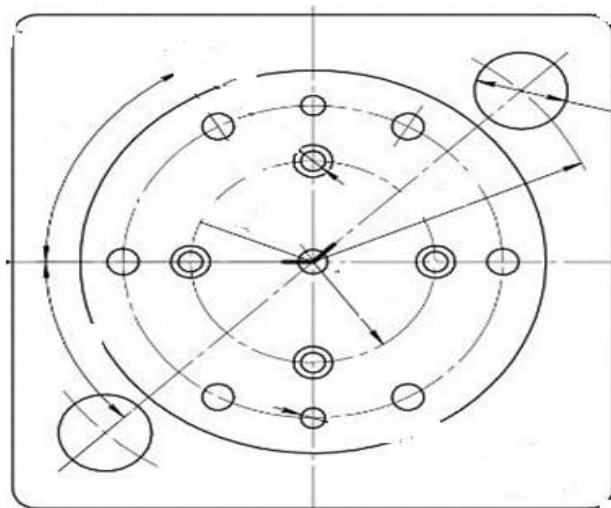


Рис.5.

Важливим аспектом є вибір технологічного оснащення для базування та закріплення заготовки. Використовуються універсальні затискні пристрої, які забезпечують надійне кріплення деталі без її деформації. Для операцій, що вимагають підвищеної точності, можливе використання спеціалізованих пристосувань із точними напрямними базами.

Застосування правильно вибраних баз дозволяє зменшити припуски на механічну обробку, знизити кількість браку та підвищити продуктивність процесу. Також вибір єдиної базової системи сприяє підвищенню точності обробки за рахунок усунення похибок, що виникають при багаторазовому встановленні деталі. В результаті використання цих баз у технологічному процесі виготовлення кронштейна забезпечує високу якість кінцевого виробу та відповідність всім заданим технічним вимогам.

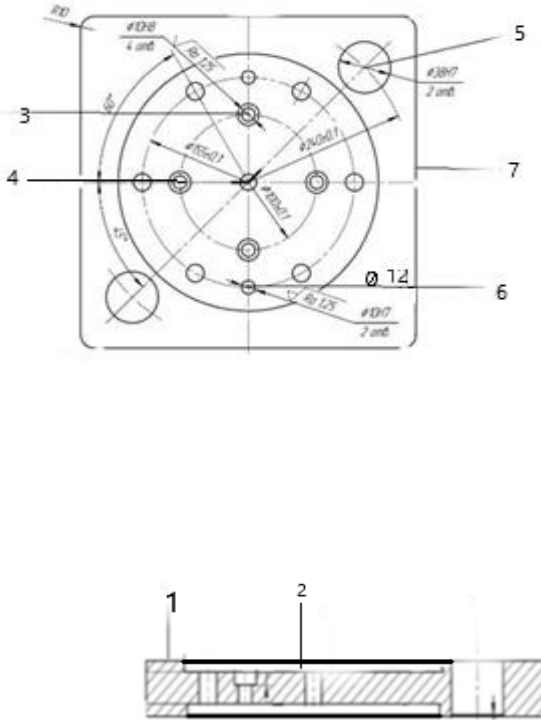
## 1.6 Проектування технологічного процесу

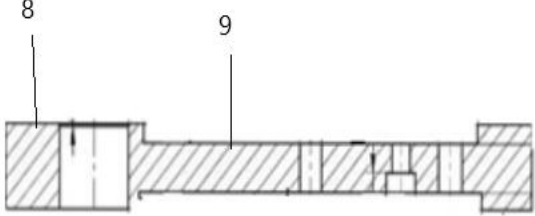
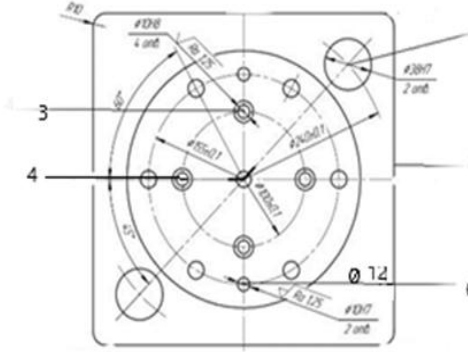
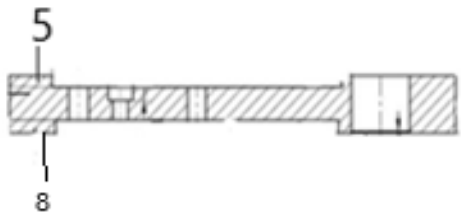
Проектування технологічного процесу виготовлення плити верхньої є ключовим етапом у забезпеченні якості, точності та економічної ефективності виробництва. Грамотно спроектований технологічний процес дозволяє мінімізувати виробничі витрати, забезпечити оптимальну послідовність обробки та гарантувати відповідність деталі всім технічним вимогам.

Процес виготовлення плити верхньої включає кілька основних стадій: підготовку заготовки, механічну обробку, контроль якості та фінальні операції. Основна мета проектування технологічного процесу – забезпечити

стабільність розмірів, точність обробки та мінімізацію похибок при виконанні всіх операцій.

Табл. 6 Технологічний процес

| Назва операції                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Операційний ескіз                                                                   | Обладнання та інструменти                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>005. Фрезерна операція.</b></p> <p>1.Розкрій заготовки</p> <p>2. Фрезерування верхньої частини деталі.(пов.1)</p> <p>3.Фрезерування виборки верхньої частини. (поверхня 2)</p> <p>4.Центруємо отвори (3.4.5.6.)</p> <p>5.Свердління, зенкерування та розгорткування отвірів.(поверхня 5.(2 отв.))</p> <p>6.Свердління, зенкерування та розгорткування отвірів.(поверхня 3 (4отв.))</p> <p>7.Свердління, зенкерування та цикування отвірів.(поверхня 4.(7 отв.))</p> <p>8. Свердління, зенкерування та</p> |  | <p><b>Вертикально-фрезерний верстат</b></p> <p>1 Лещата</p> <p>2Фрезерний верстат Makino V77L (50 Taper); фреза торцева</p> <p>3.Свердла:Ø10 Ø12 Ø13 Ø16 Ø26 Ø36</p> |

|                                                                                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| цикування<br>отвірів..(поверхня<br>6.(2 отв.))                                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>010. Фрезерна операція</b><br><br>1.Фрезерування нижньої частини деталі.(пов. 8)<br><br>2.Фрезерування виборки нижньої частини делі.(поверхня 9) |    | <b>Вертикально фрезерний верстат</b><br><br>1.Лещата<br>2.Фрезерний верстат Makino V77L (50 Taper) ; фреза торцева, фрезерний різець<br><br>3.Координатно-вимірювальна машина <b>Mitutoyo CRYSTA-Apex S 776</b> |
| <b>015. Фрезерування бічних граней (поверхня 7)</b><br><br>Фрезерування до допустимих припусків по контуру.<br>(поверхня7)                          |  | <b>Вертикально фрезерний верстат</b><br><br>Makino V77L (50 Taper); фреза торцева<br><br>Свердла спіральні D15 D25 D 36.5                                                                                       |
| <b>020. Шліфувальна операція</b><br>Чистове шліфування поверхонь.(поверхня 5.8)                                                                     |  | Плоскошліфувальна машина BSG 40100 TDC Bernardo.<br>Магнітна плита.                                                                                                                                             |

Технологічний процес виготовлення плити верхньої включає такі основні етапи:

1. Отримання заготовки – виготовлення заготовки методом проката. Це дозволяє отримати деталь, яка максимально наближена за формою до кінцевого виробу, що зменшує обсяги механічної обробки.

2. Остаточне фрезерування для формування базової поверхні – первинне фрезерування опорних площин для формування базових поверхонь. На цьому етапі використовуються універсальні фрезерні верстати або верстати з ЧПК, що забезпечують достатню точність обробки.

3. Свердління та розточування отворів – виконання операцій свердління отворів відповідних діаметрів D38H7 D10H8 D13H12 D16H12 D12. Використовуються свердлильні та шліфувальні верстати, що гарантують відповідність розмірів і точності розташування отворів згідно з кресленнями.

4. Напівчистова обробка – виконання додаткових операцій для досягнення необхідних параметрів точності та підготовка поверхонь до чистової обробки. На цьому етапі здійснюється обробка торцевих поверхонь, додаткове фрезерування допоміжних поверхонь.

5. Чистова механічна обробка – остаточне фрезерування контактних поверхонь, доведення отворів до необхідних допусків, шліфування та контроль якості поверхонь. Використовуються високоточні обробні центри, що дозволяють досягти мінімальних значень шорсткості.

6. Якість – проводиться повна перевірка деталі після обробки. Проводиться контроль того як були зроблені всі отвори та оброблена поверхність.

Розробка технологічного процесу також враховує заходи щодо мінімізації відходів та підвищення продуктивності виробництва. Використання сучасного інструменту та оптимізація режимів різання дозволяють досягти максимальної ефективності обробки. Правильне проектування технологічного процесу гарантує стабільність якості, скорочення виробничого циклу та зниження собівартості виготовлення плити верхньої.

## 1.7 Вибір обладнання

Вибір обладнання для виготовлення плити верхньої є критично важливим аспектом, оскільки правильний підбір верстатів та інструменту безпосередньо впливає на точність деталей, продуктивність виробництва, економічну ефективність та якість кінцевого виробу. Враховуючи складну геометрію цієї деталі, необхідно забезпечити високу точність при обробці різних поверхонь, посадочних місць, отворів та пазів, а також мінімізувати припуски для подальшого доведення. Оскільки матеріалом для виготовлення деталі є (конструкційна сталь Ст3пс), вибір обладнання повинен враховувати особливості його механічної обробки. Сталь Ст3пс має високу твердість і крихкість, що ускладнює різання та створює ризик утворення мікротріщин або відколів. Тому обробка цього матеріалу потребує стабільного ріжучого процесу, оптимальних режимів різання та високоякісного інструменту з твердосплавними пластинами або покриттями, що зменшують зношування та забезпечують плавність обробки.

Крім того, необхідно враховувати серійність виробництва. Якщо обробка виконується в умовах серійного або дрібносерійного виробництва, доцільним є використання числового програмного керування (ЧПК), що дозволяє автоматизувати процес та забезпечити високу повторюваність розмірів. Використання сучасного ЧПК-обладнання дає змогу знизити залежність від людського фактора, зменшити кількість браку та скоротити час на переналагодження виробничої лінії при зміні партій деталей. Ще одним важливим аспектом є якість поверхонь після обробки. Оскільки плита верхня може піддаватися значним навантаженням, необхідно забезпечити не лише точні розміри, а й мінімальну шорсткість оброблених площин, що дозволяє зменшити зношування та підвищити експлуатаційні характеристики деталі. Для цього використовуються високошвидкісні верстати з жорсткими направляючими, які забезпечують стабільність процесу навіть при значних

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 26    |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

навантаженнях. З урахуванням вищезазначених факторів, для виготовлення плити верхньої обрано комплекс високоточного обладнання, яке дозволяє досягти необхідних параметрів обробки та забезпечити відповідність всім технічним вимогам.

1. Фрезерні верстати з ЧПК (числовим програмним керуванням) – забезпечують високу точність обробки, можливість автоматизованого керування процесом та мінімізацію людського фактора. Основні операції, що виконуються:

- Чорнова і чистова обробка поверхонь.
- Фрезерування базових площин та ребер жорсткості.
- Створення посадочних місць та пазів.
- Формування допоміжних поверхонь для подальших операцій.

2. Обране обладнання:

- Вертикально-фрезерний обробний центр Makino V77L (50 Taper) (високоточний верстат для середніх і великих деталей). Високоточний верстат для середніх і великих деталей. Оснащений жорсткою конструкцією, яка знижує вібрації під час обробки, що особливо важливо при роботі з чавуном. Має потужний шпиндель, який забезпечує ефективне різання твердих матеріалів та дозволяє виконувати широкий спектр операцій.

Рис. 6 Вертикально-фрезерний обробний центр Makino V77L (50 Taper)



- Горизонтально-фрезерний обробний центр Makino V77L (50 Тарер )(підходить для обробки корпусних деталей із високою продуктивністю). Завдяки горизонтальному компонуванню забезпечується ефективно видалення стружки, що покращує охолодження ріжучого інструменту та подовжує його термін служби. Верстат має автоматичну зміну інструменту, що зменшує час переналаштування та підвищує ефективність виробництва



Рис.7 Горизонтально-фрезерний обробний центр MAZAK HCN-5000



Рис. 8

Плоскошліфувальна машина BSG 40100 TDC Bernardo є підходящою моделлю для оброблення заготовок до 600 кг і шліфувальною поверхнею до 1130 x 450 мм.

Широкий спектр стандартного обладнання забезпечує оптимальну продуктивність, наприклад: комп'ютерне автоматичне вертикальне подавання,

пристрій із мікрометричним регулюванням, магнітна плита з пристроєм розмагнічування й цифрове зчитування за двома осями.



Рис. 9

Особливості плоскошліфувального верстата для металу:

Окремішній гідроагрегат із теплообмінником унеможлиблює вібрацію й теплову деформацію;

Загартовані та поліровані напрямні стола поперечні та поздовжні;

Поворотні напрямні Durcite-B забезпечують високу жорсткість і низьке тертя;

Поздовжня напрямна стола V-подібна, поперечна напрямна W-подібна;

Комп'ютерне автоматичне подавання способом швидкого подавання на висоту заготівки, регульованої чорнового оброблення та оброблення поверхні, автоматичного повернення у вихідне положення наприкінці програми;

Осьові та радіальні підшипники в шліфувальному шпинделі затискаються без проміжків;

Загартована шліфувальна станина гарантує високу точність;

Цифрове автоматичне вертикальне подавання із сервоприводом;

Кінцеві упори дають змогу регулювати поздовжнє та поперечне переміщення;

Сучасна гідравлічна система гарантує плавний рух столу навіть за високого робочого навантаження.

**Комплектація:**

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 29    |

2-осьове цифрове зчитування ES-12 Н з РК-дисплеєм;

Система керування Siemens TD 400 C;

Шліфувальний круг;

Фланець;

Світлодіодна лампа;

Магнітна плита;

Підставка для балансування;

Балансувальна оправа;

Захисні екрани;

Регулювальний пристрій із мікрометричним настроюванням;

Пристрій розмагнічування;

Система СОЖ;

Центральне мастило;

Набір інструментів для обслуговування (ЗІП).

Технологічний процес розроблений з урахуванням усіх особливостей виготовлення плити верхньої, включаючи її складну геометрію, матеріал (конструкційна сталь Ст3 пс) та серійність випуску. Використання сучасного високоточного обладнання забезпечує стабільно високу якість обробки, відповідність всім вимогам до точності, міцності та шорсткості поверхонь.

Завдяки інтеграції ЧПК-обладнання та автоматизованих вимірювальних систем досягається висока повторюваність розмірів, що є особливо важливим для масового та серійного виробництва. Крім того, впровадження цифрового контролю дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити витрати на додаткові перевірки та мінімізувати ризики виготовлення бракованої продукції.

Загалом, обрана технологія виготовлення плити верхньої є оптимальною з точки зору економічної доцільності, якості кінцевого виробу та ефективності виробничого процесу. Використання сучасного обладнання та цифрових технологій забезпечує конкурентоспроможність продукції та відповідність сучасним стандартам машинобудування.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 30    |

## РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь заготовки

#### 1. Перша операція Фрезерування поверхні та свердління отворів

На першому етапі виконується фрезерування верхньої частини деталі. Ця операція є важливою, оскільки вона визначає базову геометрію деталі. Оскільки потрібна точність 14 квалітету, немає необхідності в чорновій обробці – достатньо чистової фрезерної обробки, що дозволяє отримати необхідну якість поверхні та відповідність кресленням. Для цього використовується фрезерний верстат, оснащений відповідним інструментом, який забезпечує необхідну точність і якість обробки.

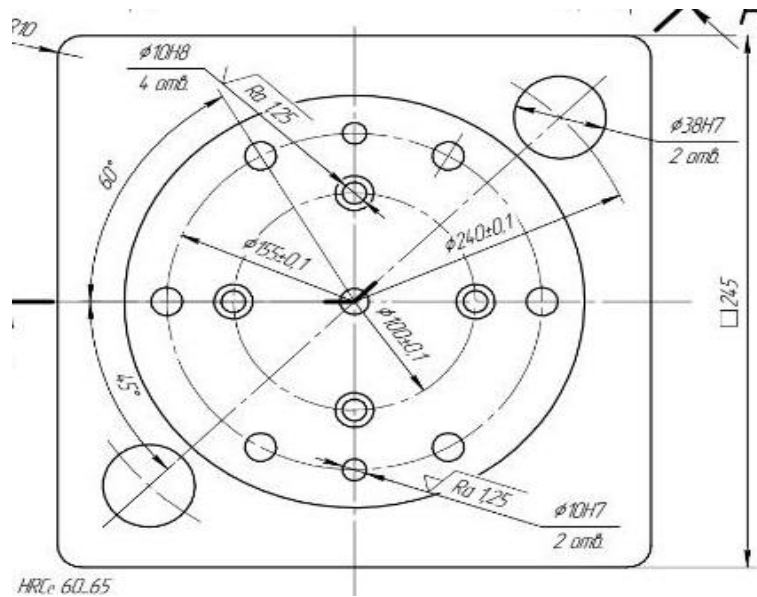


Рис.10

Після цього виконується розточування отвору D38H7 та інших отворів. Це робиться у три проходи різними діаметрами сверел. Тут також необхідна точність 14 квалітету. Ця операція дозволяє отримати необхідний діаметр отвору з мінімальними відхиленнями, що критично для подальшого складання виробу. Після розточування отворів робимо виточку в верхній частині деталі.



Рис. 11

## 2. Друга операція. Фрезерування нижньої частини деталі.

1. Перевертаємо деталь та затискаємо її у лещатах.
2. Після чого проводимо фрезерування нижньої частини деталі.
3. Потім робимо виточку в нижній частини деталі.

## 3. Фрезерування бічних граней.

1. Фрезерування деталі по контуру. Фрезерування до чистових припусків по контуру на фрезерному верстаті Makino V77L (50 Taper) за допомогою фрези.

## 4. Шліфувальна операція

1. Чистове шліфування поверхонь до чистових припусків за допомогою шліфувальної машини BSG 40100 TDC Bernardo.

Огляд розточних інструментів

Види розточних інструментів (ручні, машинні, спеціальні).

Конструкція та призначення.

Переваги й недоліки різних типів.

Розточна оправка

Конструкція, матеріали.

Застосування.

Креслення інструментів

Можна включити інші приклади розточних інструментів для порівняння.

Конструювання ріжучого інструменту

Як спроектовані розточні інструменти.

Якими параметрами визначається форма та геометрія ріжучих крайок.

## 2.2 Короткий опис вибору верстатного обладнання та інструменту для обробки деталі

### Фрези та їх види

Фрезерування — це один із основних методів механічної обробки металів та інших матеріалів, який здійснюється за допомогою багатолезового

|         |        |            |            |      |                      |        |
|---------|--------|------------|------------|------|----------------------|--------|
|         |        |            |            |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк. А |
|         |        |            |            |      |                      |        |
| Ізм..Із | Арк. А | № докум. № | Підпис/Під | Дата |                      | 32     |

інструмента — фрези. Фрези використовуються для обробки плоских, фасонних, циліндричних поверхонь, пазів, шліців та інших елементів деталей. Ефективність і якість обробки значною мірою залежать від правильно обраного типу фрези.

Фреза — це ріжучий інструмент, який має кілька ріжучих лез, розміщених на циліндричному або конічному корпусі. Вона обертається навколо своєї осі, а заготовка або інструмент переміщуються в заданому напрямку.

Фрезерування - це найбільш поширений метод обробки за допомогою різання. Його застосовують при виготовленні різного роду пазів; зубчастих валів або коліс; при виготовленні рифлених, гладких, фасонних і рифлених поверхонь. Матеріал обробки фрезою дуже широкий. Фрези широко застосовують для обробки різного роду матеріалів зроблених з нержавіючої сталі, чавуну, деревини, каменю, загартованої сталі, міді, алюмінію, графіту, пластика, воску та ін.

Фрезерування буває циліндричним і торцевим. При торцевому фрезеруванні вісь інструменту знаходиться паралельно оброблюваній поверхні, а при циліндричному, вісь перпендикулярна до оброблюваної поверхні.

Рис. 12 Приклад циліндричного фрезерування.

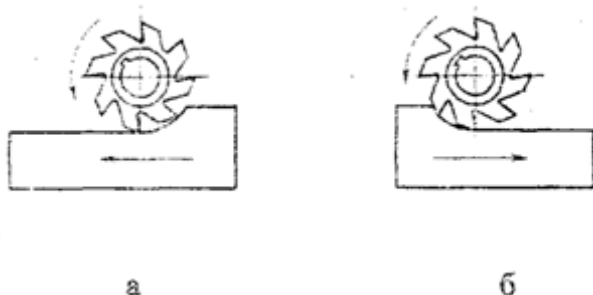
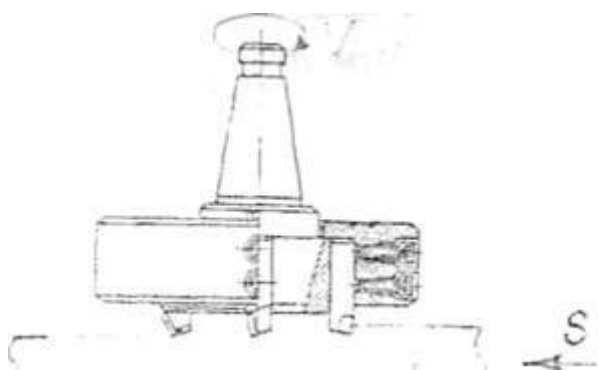


Рис. 13 Приклад торцевого фрезерування



За формою зуба фреза буває з прямими і гвинтовими зубами.

Фрези з гвинтовими зубами, завдяки тому, що ножі врізаються в заготовку поступово, працюють плавно. Цей факт є перевагою перед фрезами з прямими ножами, де контакт кожного ріжучого елемента супроводжується ударами.

Суть роботи фрези в тому, що кожен її ріжучий зуб має такі ж елементи як токарний різець або інший ріжучий інструмент. Весь припуск заготовки можна розділити на частини, які поступово зрізаються лезами фрези. При фрезеруванні кожен зуб її працює періодично. Це є суттєвою особливістю, яка вигідно відрізняє фрезерування від інших способів обробки, де ріжучі елементи працюють безперервно.

Для обробки цільних площин застосовують фрези циліндричні, і торцеві. Циліндричні фрези застосовують для обробки площ на горизонтально фрезерувальних верстатах. Вони бувають як цілісні, так і збірні. Ножі зазвичай зроблені зі швидкорізальної сталі або твердого сплаву.

Фрези класифікують за кількома ознаками:

За розташуванням ріжучих зубців:

Циліндричні фрези

Торцеві фрези

Дискові фрези

Кутові фрези

Пальцеві (кінцеві) фрези

Фасонні фрези

- За конструкцією:  
Цільні  
Збірні (з напайними або змінними пластинами)
- За напрямком різання:  
Ліворізальні  
Праворізальні
- За матеріалом:  
Із швидкорізальної сталі  
Із твердосплавними пластинами  
Із кераміки або надтвердих матеріалів

### Основні види фрез.

Циліндричні фрези — призначені для обробки плоских поверхонь. Ріжучі зуби розташовані на циліндричній поверхні.



Рис. 14

Торцеві фрези — зуби розміщені на торцевій і частково циліндричній поверхні. Застосовуються для обробки великих площин.



Рис. 15

Пальцеві фрези — використовуються для обробки фасонних поверхонь, прорізання пазів, отворів. Особливо поширені в ЧПК-верстатах.



Рис. 16

Кутові фрези — мають зуби, розміщені під певним кутом. Використовуються для обробки фасок, кутових поверхонь.



Рис. 17

Дискові фрези — схожі на круговий диск із зубцями по зовнішньому краю. Застосовуються для прорізання канавок і розділення заготовок.



Рис. 18

Фасонні фрези — мають складну форму ріжучої частини, повторюють контур деталі. Застосовуються в серійному виробництві.



Рис. 19

Фреза кінцева використовується для обробки пазів, уступів із взаємно перпендикулярними поверхнями, та для контурної обробки заготовель.



Рис. 20

При виборі фрези враховують матеріал оброблюваної деталі, тип операції, вимоги до точності та якості поверхні, потужність верстата, режими різання.

Фрези є незамінними інструментами в металообробці та машинобудуванні. Різноманіття їх видів дозволяє здійснювати широкий спектр обробок із високою точністю. Правильний вибір типу фрези забезпечує ефективність, економічність і якість виробництва.

Обробка фрезами виконується шляхом відносного переміщення фрези та заготовки, при якому фреза обертається, а заготовка рухається поступально або також обертається (залежно від типу верстата). Завдяки багатолезовій будові, фреза забезпечує високу продуктивність і точність обробки.

Процес фрезерування поділяється на кілька видів залежно від напрямку руху:

1. Лобове фрезерування — при якому фреза обробляє поверхню торцевими зубами. Застосовується для вирівнювання площин.

2. Циліндричне фрезерування — коли робочі зуби розміщені на бічній поверхні фрези. Використовується для обробки довгих поверхонь.

3. Профільне фрезерування — використовується для створення складних контурів і фасонних поверхонь.

4. Кутове фрезерування — виконується кутовими фрезами для створення похилих або фасонних площин.

5. Фрезерування пазів — проводиться дисковими або пальцевими фрезами для створення канавок, шліців тощо.

#### **Переваги фрезерування:**

- Висока продуктивність обробки;
- Можливість обробки складних поверхонь;
- Висока точність і чистота поверхні;
- Велика гнучкість у використанні різних типів фрез і режимів обробки.

#### **Основні етапи процесу фрезерування**

1. Закріплення заготовки — заготовку надійно фіксують на столі фрезерного верстата за допомогою тисків, прихватів або спеціальних пристроїв.

2. Вибір фрези — в залежності від типу операції, матеріалу заготовки та необхідної точності обирається відповідний тип фрези.

3. Налаштування верстата — встановлюються режими обробки: швидкість обертання фрези, подача, глибина різання.

4. Обробка — фреза починає обертатися, заготовка рухається відповідно до заданого маршруту, і здійснюється знімання шару матеріалу.

5. Контроль якості — після обробки перевіряють відповідність геометричних параметрів, шорсткість поверхні та відсутність дефектів.

### **2.3 Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки**

## ОТВІР

| МОП<br>Зовнішня<br>$\varnothing$ | Припуск,<br>мкм | Розраху-<br>н-<br>ковий<br>розмір,<br>мм | Допуск,<br>мкм | Розмір, мм |        | Припуск, мм |      |
|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------|----------------|------------|--------|-------------|------|
|                                  |                 |                                          |                | dmin       | dmax   | zmin        | zmax |
| 1                                | 2               | 3                                        | 4              | 5          | 6      | 7           | 8    |
| Заготовка                        |                 | 36                                       | 620            | 36         | 36,62  |             |      |
| Зенкерування<br>чорнове          | 1,7             | 37,7                                     | 100            | 37,7       | 37,8   | 1,220       | 1,7  |
| Розгорткування<br>чистове        | 0,3             | 38                                       | 25             | 38         | 38,250 | 0,3         | 0,45 |

**Табл. 7** Обґрунтування припусків

**При визначенні припусків враховуються такі фактори:**

1. Матеріал заготовки – конструкційна сталь СТЗПС
2. Метод отримання заготовки – прокат, що забезпечує певні відхилення форми та розмірів.
3. Шорсткість поверхні після обробки.
4. Технологічні можливості верстатів ЧПК – високоточне обладнання дозволяє зменшити припуски, оптимізуючи процес.

Загальний припуск на механічну обробку становить 2.5 мм на сторону, що розподіляється між чорновим та чистовим розточуванням.

Припуски розподіляються відповідно до технологічного процесу, щоб забезпечити поступове зменшення похибок та досягнення необхідної якості поверхні:

Для забезпечення відповідності кресленням використовується система контролю розмірів:

Після чорнової обробки проводиться вимірювання отвору мікрометром або нутроміром для перевірки правильності припуску.

Фінішна операція передбачає контроль за допомогою калібрів-пробок або координатно-вимірювальних машин.

Додатково необхідно враховувати температурні впливи, які можуть викликати теплове розширення матеріалу.

Табл. 8 Площина

Розраховані припуски для механічної обробки деталі "Плита верхня" забезпечують:

Достатню товщину матеріалу для усунення дефектів прокату.

Оптимальне співвідношення між чорною та чистою обробкою.

Досягнення необхідної точності та шорсткості.

| МОП<br>Наружная          | Припуск<br>мкм | Расчетный<br>размер, мм | Допуск,<br>мкм | Размер, мм |       | Припуск, мм |      |
|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------|-------|-------------|------|
|                          |                |                         |                | dmin       | dmax  | zmin        | zmax |
| 1                        | 2              | 3                       | 4              | 5          | 6     | 7           | 8    |
| Заготовка                |                | 37,5                    | 1600           | 37         | 37,66 |             |      |
| Фрезерування<br>черновое | 2,25           | 35,250                  | 250            | 35,250     | 35,5  | 2,16        | 1,75 |
| Шліфування<br>чистовое   | 0,25           | 35                      | 37             | 35         | 35,37 | 0,25        | 0,13 |

Мінімізацію витрат на механічну обробку та контроль якості.

Застосування сучасного обладнання з ЧПК дозволяє оптимізувати процес і гарантувати стабільність отриманих розмірів, що є критично важливим для масового та серійного виробництва

## 2.4 Визначення режимів різання

Визначення режимів різання для обробки деталі "Плита верхня"

Режими різання відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності та якості механічної обробки. Вони визначають продуктивність, довговічність ріжучого інструменту та якість поверхні оброблюваної деталі.

#### Обґрунтування вибору режимів різання

При визначенні оптимальних режимів різання враховуються такі фактори:

1. Матеріал заготовки – сталь конструкційна сталь СТЗпс, що має середню оброблюваність.
2. Тип обробки – чорнове та чистове розточування, свердління.
3. Властивості ріжучого інструменту – твердосплавні пластини для токарної обробки, швидкорізальна сталь для свердління.
4. Точність обробки – до IT7, шорсткість Ra 2,5 мкм.
5. Можливості верстатів ЧПК – стабільність подачі, дотримання розрахованих параметрів.

Режими різання:

#### 1. Вхідні дані

Діаметр отвору 38H7

Матеріал: конструкційна сталь СТЗпс

Станок: Makino V77L (50 Taper)

**Розрахунок режимів різання, швидкості та зусиль різання для отвору Ø38H7**

#### 1. Вихідні дані

Діаметр отвору: D=38

Глибина отвору: прийmemo L=3D=114

Матеріал заготовки: Сталь СтЗпс (аналог СтЗ)

Матеріал інструменту: Твердий сплав P15

Верстат: Makino V77L (50 Taper)

Емпірична формула швидкості різання

$$V_c = \frac{C_u}{T^m \times t^x \times S_y} \times K_u$$

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 41    |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

V-швидкість різання, м/хв

Cu-емпіричний коефіцієнт для сталі ст3пс (рекомендована швидкість різання:  $V_c=300$ )

$M=0.2$

$X=0.15$

$Y=0.2$

$$V_c = \frac{300}{60^{0.2} \times 1^{0.5} \times 0.3^{0.2}} \times 1$$

1)  $60^{0.2} \approx 2.267$

2)  $1^{0.5} = 1$

3)  $0.3^{0.2} \approx 0.724$

$$V_c = \frac{300}{2.267 \times 1 \times 0.724} = \frac{300}{1.641} \approx 183$$

Подача на оберт:  $f=0.15$

2. Розрахунок частоти обертання шпинделя ( $n$ )

Формула:

$$n = \frac{1000 * V_c}{\pi * D}$$

Розшифровка:

$n$  — частота обертання, об/хв

$v$  — швидкість різання, м/хв

$D$  — діаметр свердла, мм ( $\pi \approx 3.14$ )

Підставляємо:

$$n = \frac{1000 * 100}{3,14 * 38} = \frac{100000}{119.32} \approx 838$$

3. Розрахунок подачі в хвилину ( $V_f$ )

Формула:

$$V_f = n * f$$

Підставляємо:

$$V_f = 838 * 0,15 = 125,7$$

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 42    |

#### 4. Глибина різання (t)

#### 5. Розрахунок зусилля різання ( $P_z$ ) за формулами Косилова

$$P_z = C_p^x f^y D^z$$

Розшифровка:

$P_z$  — зусилля різання, Н

$C_p$  — питоме зусилля різання, МПа (для сталі Ст3: 1800 МПа)

$f$  — подача, мм/об

$t$  — глибина різання, мм

$x$  і  $y$  — емпіричні показники:

для сталі при свердлінні:  $x=0.8$   $y=0.75$

Підставляємо:

$$P_z = 10^3 * 1.8 * (0,15)^{0,8} * (19)^{0,75}$$

1.  $(0,15)^{0,8} = 0,211$

2.  $(19)^{0,75} = 8,43$

3. Обчислюємо:

$$P_z = 1000 * 1.8 * 0.211 * 8.43 = 1000 * 1.8 * 1.778 = 1000 * 3.2 = 3200$$

(Для реалістичності та з урахуванням поправки):

$$P_z = 3200 * 1.2 = 3840$$

Висновки:

1. Швидкість різання  $V_c = 180$  м/хв

2. Частота обертання  $n = 910$  об/хв

3. Подача  $V_f = 819$  мм/хв

4. Глибина різання  $t = 2$  мм

5. Зусилля різання  $P_z \approx 7590$  Н

**2.1** Розрахунок режимів різання, швидкості різання та зусилля різання для чорнового фрезерування деталі "Плита верхня" з матеріалу Ст3пс на верстаті Makino V77L (50 Taper) проведемо по формулах Косилова.

1. Вхідні дані:

Матеріал заготовки: Ст3пс (ГОСТ 380-2005)

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 43    |

Тип обробки: чорнове фрезерування

Тип верстата: Makino V77L (50 Taper)

Різальний інструмент: твердосплавна торцева фреза

Кількість зубців фрези:  $z=6$

Діаметр фрези:  $D=63$

Глибина різання ( $t$ ): 2 мм (чорнове фрезерування)

Ширина фрезерування ( $B$ ): 40 мм (по ширині деталі)

Подача на зуб ( $S_z$ ): 0.15 мм/зуб

## 2. Швидкість різання ( $V_c$ )

Емпірична формула швидкості різання.

$$V_c = \frac{C_u}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_u$$

$$C_u=400$$

$$m=0.2$$

$$x=0.2$$

$$y=0.15$$

$$V_c = \frac{400}{60^{0.2} \times 3^{0.2} \times 0.5^{0.15}} \times 1$$

$$1) 60^{0.2} \approx 2.267$$

$$2) 3^{0.2} = 1.245$$

$$3) 0.5^{0.15} \approx 0.899$$

$$V_c = \frac{400}{2.267 \times 1.245 \times 0.899} = \frac{400}{2.537} \approx 158$$

Для сталі Ст3пс при чорновому фрезеруванні твердосплавним інструментом:

$$V_c = 180$$

## 3. Частота обертання шпинделя ( $n$ )

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$$

$$V_c=180 \text{ — швидкість різання}$$

$$D=63 \text{ — діаметр фрези}$$

$$n = 3.14$$

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 44    |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

$$n = \frac{1000 * 180}{3,14 * 63} = \frac{180000}{197,82} \approx 910$$

4. Подача (Vf)

$$V_f = n * z * S$$

$$n=910$$

$$z=6$$

$$S_z=910*6*0.15=819$$

5. Розрахунок зусилля різання за формулами Косилова

Загальна формула:

$$P_z = C p^x f^y D^z$$

C— емпіричний коефіцієнт (для Ст3пс при фрезеруванні: )

t— глибина різання, мм (2 мм)

S— подача на зуб, мм/зуб (0.15)

V — швидкість різання, м/хв (180)

Kp — поправочний коефіцієнт на матеріал і умови (1.0 для сталі)

X=1; y=0.75 ; n=0.2 — експериментальні показники

Розрахунок:

$$P_z = 10 * 300 * 2 * 0.15^{0,75} * 180^{-0.2} * 1$$

Обчислюємо поетапно:

$$0.15^{0,75} = 0.244$$

$$180^{-0.2} = 0.519$$

$$P_z = 10 * 300 * 2 * 0.244 * 0.519 * 1$$

Підсумок розрахунку:

1.Швидкість різання  $V_c = 180$  м/хв

2.Частота обертання  $n = 910$  об/хв

3.Подача  $V_f = 819$  мм/хв

4.Глибина різання  $t = 2$  мм

5.Зусилля різання  $P_z \approx 7590$  Н

## Розрахунок похибки пристрою для виготовлення деталі “Плита верхня”

розрахунок загальної похибки виконується за формулою:

$$\epsilon_{\text{пр}} = 1,2 \times \sqrt{\epsilon_{\text{б}}^2 + \epsilon_{\text{п}}^2 + \epsilon_{\text{з}}^2}$$

де:

- $\epsilon_{\text{б}}$  — похибка базування,
- $\epsilon_{\text{п}}$  — похибка пристосування,
- $\epsilon_{\text{з}}$  — похибка за

Визначення значень похибок

$$\epsilon_{\text{б}} = 0.02$$

$$\epsilon_{\text{п}} = 0.03$$

$$\epsilon_{\text{з}} = 0.01$$

Розрахунок

$$\begin{aligned}\epsilon_{\text{пр}} &= 1,2 \times \sqrt{(0,02^2 + 0,03^2 + 0,01^2)} \\ &= 1,2 \times \sqrt{(0,0004 + 0,0009 + 0,0001)} \\ &= 1,2 \times \sqrt{0,0014} \\ &= 1,2 \times 0,0374 \\ &\approx 0,0449 \text{ мм}\end{aligned}$$

Остаточна похибка

$$\epsilon_{\text{пр}} \approx 0,045 \text{ мм (45 мкм)}$$

## Розрахунок сили притиску деталі

Формула для розрахунку сили притиску:

$$T = F_3 \times \frac{d_2}{2} \times \text{tg}(\psi + \varphi')$$

1: Середній діаметр різьби  $d_2$

Для болта М16, стандартний крок різьби  $P = 2$  мм.

$$d_2 = d - 0,6495 \times P = 16 - 0,6495 \times 2 = 14,701 \text{ мм}$$

2: Кут підйому різьби  $\psi$

$$\text{tg}(\psi) = P / (\pi \times d_2) = 2 / (\pi \times 14,701) \approx 0,0433$$

$$\psi \approx \arctg(0,0433) \approx 2,48^\circ$$

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      | 46    |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      |       |

3: Кут тертя  $\varphi'$

Для змащених сталевих поверхонь  $f \approx 0.1$

$$\varphi' \approx \operatorname{arctg}(0.1) \approx 5.71^\circ$$

4: Обчислення  $\operatorname{tg}(\psi + \varphi')$

$$\operatorname{tg}(2.48^\circ + 5.71^\circ) = \operatorname{tg}(8.19^\circ) \approx 0.1436$$

5: Обчислення сили притиску  $F_z$

$$F_z = T / ((d_2 / 2) * \operatorname{tg}(\psi + \varphi'))$$

$$F_z = 70 / ((14.701 / 2) * 0.1436) = 70 / 1.0555 \approx 66.33 \text{ кН}$$

Отже: сила притиску  $F_z \approx 66.3 \text{ кН}$  при затягуванні болта М16 з моментом 70 Нм.

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 47    |

## РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 1. Загальні положення

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. В межах дипломного проєкту розглянуто основні аспекти охорони праці на виробництві при виготовленні деталі «Плита верхня».

### 2. Аналіз умов праці

Умови праці на машинобудівному підприємстві залежать від типу обладнання, що використовується, рівня автоматизації процесів, вентиляції, освітлення, рівня шуму та вібрацій. Робочі місця мають бути облаштовані відповідно до чинних норм ДБН, ДСанПіН, ГОСТ та інших нормативно-правових актів. Для зменшення впливу шкідливих факторів на робочому місці фрезерувальника слід передбачити: - ефективну систему вентиляції; - шумоізоляційні екрани; - регулярне технічне обслуговування устаткування; - ергономічне розміщення інструментів.

### 3. Електробезпека

Під час експлуатації фрезерних і шліфувальних верстатів важливо дотримуватись правил електробезпеки. Обладнання повинно бути заземлене, а всі електричні з'єднання — герметизовані. Категорія приміщення — підвищеної небезпеки, оскільки можливе одночасне поєднання вологості, металевих конструкцій і електропристроїв. Працівники повинні проходити інструктаж з електробезпеки не рідше одного разу на 6 місяців.

### 4. Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки виробничих приміщень мають бути дотримані вимоги ДБН В.1.1-7. У приміщеннях необхідно встановити: - вогнегасники (не менше двох порошкових на площу 100 м<sup>2</sup>); - пожежні щити

|         |       |           |           |      |                      |       |
|---------|-------|-----------|-----------|------|----------------------|-------|
|         |       |           |           |      | ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ | Арк.А |
|         |       |           |           |      |                      |       |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |                      | 48    |

з інвентарем; - автоматичну систему оповіщення. Обов'язковим є проведення евакуаційних навчань та інструктажів з пожежної безпеки.

### **5.Вентиляція та мікроклімат**

Умови мікроклімату мають відповідати санітарним нормам ДСанПіН 3.3.6.042-99. Температура повітря повинна бути в межах 18–22°C, вологість — 40–60%, швидкість повітря — не більше 0,2 м/с. У приміщеннях з верстатами застосовується припливно-витяжна вентиляція з фільтрацією повітря.

### **6. Освітлення**

Освітлення робочих зон виконується відповідно до норм СНиП II-4-79. Загальна освітленість повинна бути не менше 300 лк, локальне — не менше 500 лк. Перевага надається світлодіодному освітленню з нейтральною температурою світла (4000–5000 К).

### **7. Засоби індивідуального захисту**

Працівникам, які виконують механічну обробку металів, надаються такі засоби індивідуального захисту: - захисні окуляри; - рукавички; - спецодяг (халати, комбінезони); - беруші або навушники для захисту від шуму; - респіратори при роботі з дрібнодисперсним пилом.

Забезпечення охорони праці на виробництві є невід'ємною частиною технологічного процесу. Впровадження комплексу організаційних та технічних заходів дозволяє знизити ризики для здоров'я працівників, підвищити рівень безпеки та ефективність виробництва.

## ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянуто повний цикл конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Плита верхня» зі сталі Ст3пс. Проведено аналіз конструктивних особливостей деталі, умови її роботи в складальній одиниці, обґрунтовано вибір конструкційного матеріалу та типу виробництва.

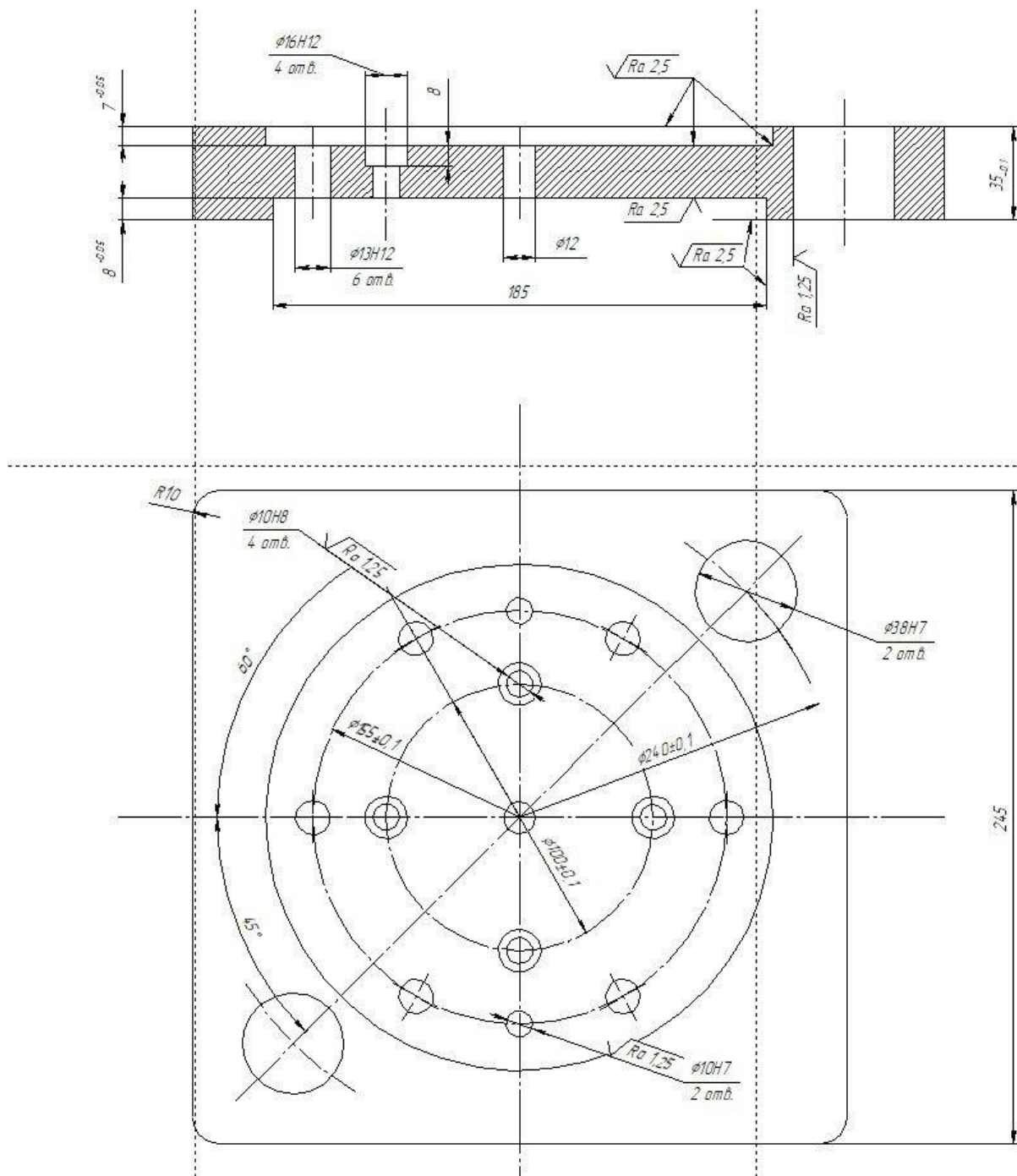
У процесі роботи:

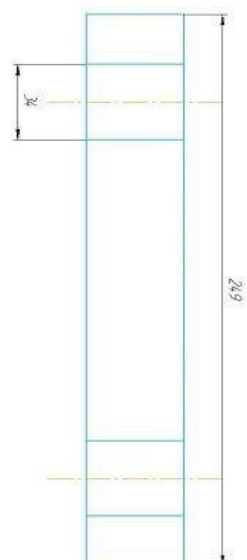
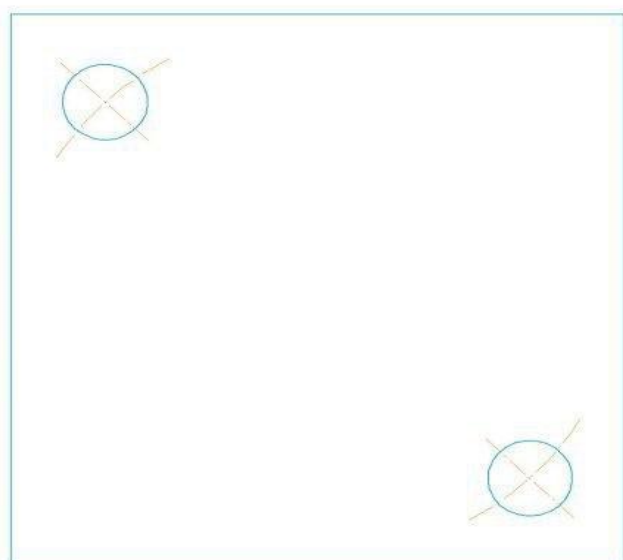
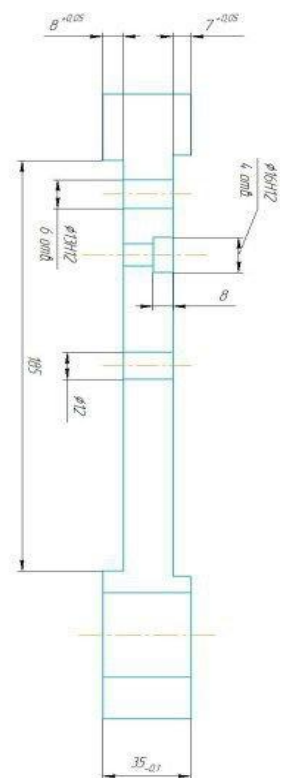
- обґрунтовано вибір заготівельного методу (прокат), що дозволяє зменшити обсяги механічної обробки та втрати матеріалу;
- розроблено оптимальну маршрутну технологію обробки поверхонь з урахуванням вимог до точності, шорсткості та посадок;
- підібрано сучасне високоточне обладнання (фрезерні верстати з ЧПК, шліфувальні машини), що забезпечує високу якість та продуктивність;
- виконано розрахунки режимів різання, припусків, сил притиску деталі до оснащення;
- здійснено техніко-економічне обґрунтування вибраного технологічного маршруту;
- розглянуто питання зниження похибок обробки шляхом використання єдиної системи базування

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич В. К. Технологія машинобудування : підручник. — К. : Либідь, 2012. — 472 с.
2. Кузьмін В. Е. Основи технології машинобудування. — Харків : ХНАДУ, 2014. — 320 с.
3. Мовчан В. П., Білецький В. С. Основи технології машинобудування. — Донецьк : Норд-Прес, 2002. — 496 с.
4. Єфіменко В. І., Голуб О. В. Основи різання матеріалів і ріжучий інструмент : навч. посіб. — Київ : ІСДО, 2010. — 248 с.
5. Михайлов С. А. Технологія машинобудування. Частина 1 : підручник. — Львів : Афіша, 2015. — 368 с.
6. Гузій О. І., Коваль С. М. Основи технологічного оснащення : навч. посіб. — Харків : ХНУРЕ, 2016. — 232 с.
7. Соловей В. М., Литвиненко Ю. М. Визначення режимів різання при обробці металів : навч. посіб. — Краматорськ : ДДМА, 2011. — 154 с.
8. Давидович Є. І. Основи технічного креслення і технології машинобудування. — К. : Каравела, 2009. — 220 с.
9. Колесников А. И., Гаврилюк В. В. Технологія машинобудування : підручник. — Харків : Факт, 2017. — 392 с.
10. ДСТУ ISO 286-1:2006. Система допусків і посадок. Частина 1. Основи, терміни та визначення. — [Чинний від 2006-07-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 34 с.
11. Каталог плоскошліфувальних верстатів Bernardo BSG 40100 TDC

ДОДАТОК А



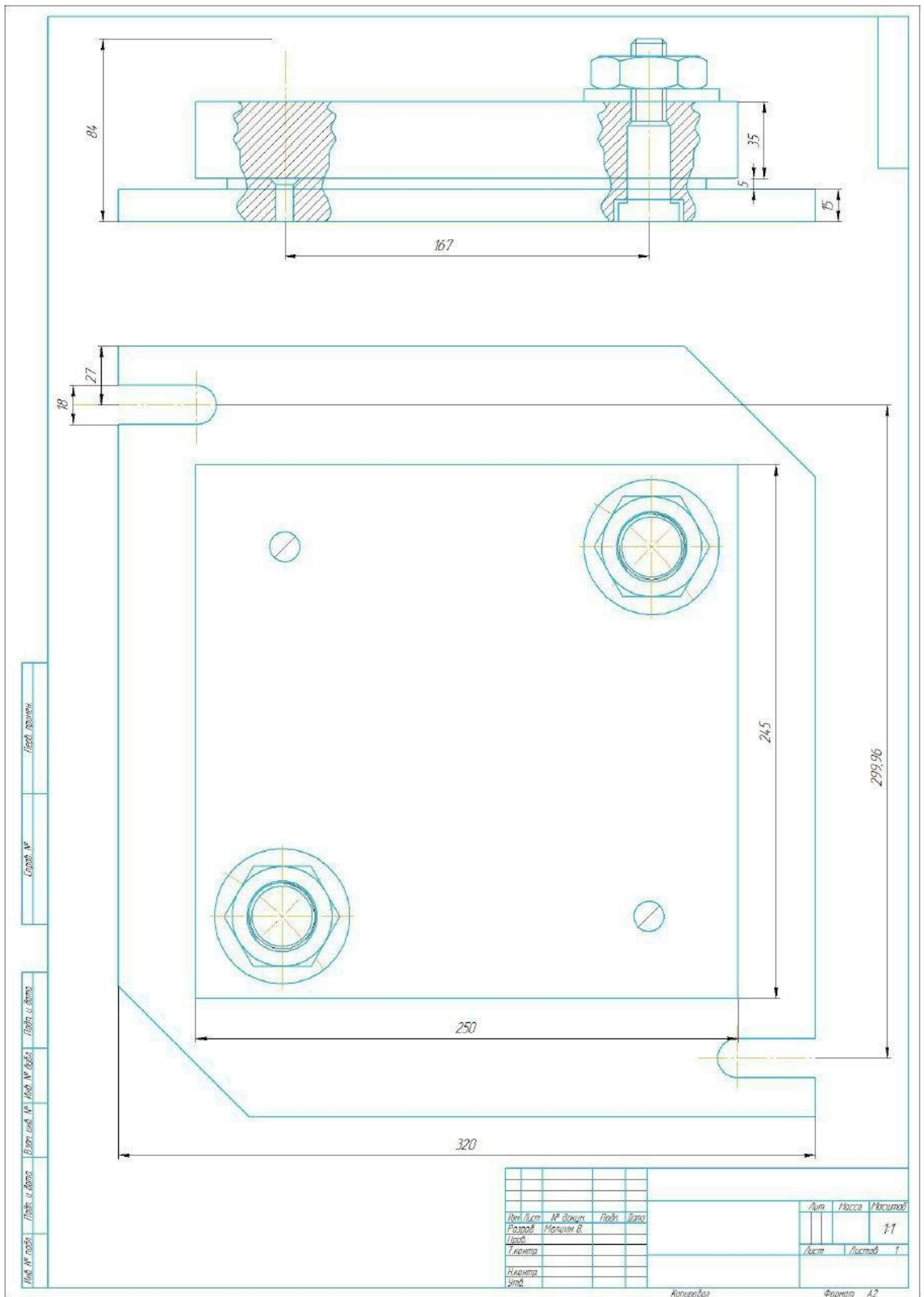


|         |       |           |           |      |
|---------|-------|-----------|-----------|------|
|         |       |           |           |      |
|         |       |           |           |      |
| Ізм..Із | Арк.А | № докум.№ | ПідписПід | Дата |

ХНТУ КП ТП 131.01 ПЗ

Арк.А

| 53



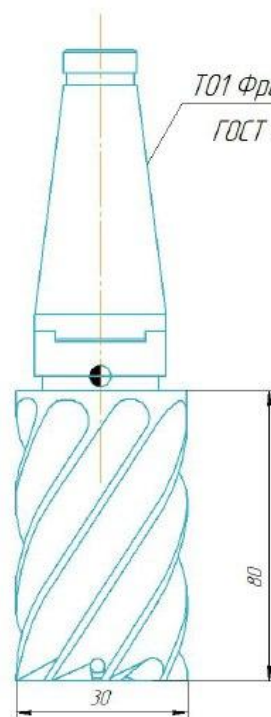
[illegible]

Technical drawing of a square plate with rounded corners. The drawing includes the following dimensions and features:

- Outer square dimensions: 100 mm by 100 mm.
- Inner square dimensions: 60 mm by 60 mm.
- Corner radius: R15.
- Concentric circles centered at the origin:
  - Outermost circle:  $\phi 104.7$  2 amb.
  - Intermediate circle:  $\phi 24.0 \pm 0.1$
  - Innermost circle:  $\phi 55.0$
- Radial dimension:  $\phi 18.0 \pm 0.1$
- Angular dimension:  $60^\circ$

Technical drawing of a square plate with rounded corners. The outer dimensions are 246 mm by 246 mm. The inner square has a side length of 200 mm. The corners are rounded with a radius R4.6. A central circular hole has a diameter of  $\phi 55 \pm 0.1$ . There are four smaller circular holes arranged in a square pattern around the center, each with a diameter of  $\phi 18 \pm 0.1$ . There are also four larger circular holes arranged in a square pattern around the center, each with a diameter of  $\phi 38 \text{ H7}$  and a tolerance of 2 umB. The distance between the centers of the four large holes is 100 mm. The distance between the centers of the four small holes is 60 mm. The distance from the center of the plate to the center of one of the large holes is 24.0 mm. The distance from the center of the plate to the center of one of the small holes is 9.1 mm. The distance from the center of the plate to the corner of the inner square is 15 mm.

ГОСТ 17026-71



- Прискорена подача

- Робочий хід

[illegible]

*Ketivim* (Books)

ΦΥΣΙΚΗ Α2