

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**НТУУ  
"КИЇВСЬКИЙ  
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ"**



**МЕХАНІКО-  
МАШИНОБУДІВНИЙ  
ІНСТИТУТ**



**КАФЕДРА  
ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНО-  
БУДУВАННЯ**



**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ  
ТА ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) і  
самостійної роботи для студентів інженерно-хімічного факультету  
та механіко-машинобудівного інституту**

*Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»*



**НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
2017**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЕКТУ) І САМОСТІНОЇ  
РОБОТИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ ТА  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНОГО ІНСТИТУТУ**

Для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка».

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ  
ТА ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»

**НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
2017**

Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) і самостійної роботи з дисципліни «Технологічні основи машинобудування та технологія машинобудування» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка» інженерно-хімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту / Уклад.: С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв, В.К. Фролов. – К.: НТУУ «КПІ», 2017. - 80 с. Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». [Електронний ресурс].

*Гриф надано Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»  
(Протокол № 1 від 28.08.2017 р.)*

Укладачі: Добрянський Станіслав Спиридонович,  
канд. техн. наук, доцент;  
Малафєєв Юрій Михайлович,  
канд. техн. наук, доцент;  
Фролов Володимир Константинович,  
канд. техн. наук, доцент;

Відповідальний редактор: Ю.В. Петраков, д-р техн. наук, професор

Рецензенти: В.П. Котляров, д-р техн. наук, професор  
В.А. Ковальов, канд. техн. наук, доцент

## **Загальні положення**

### **Мета і завдання курсової роботи (проекту)**

Курсова робота (проект) з технології машинобудування – підсумкова самостійна робота студента, що завершує вивчення дисциплін: „Технологія машинобудування”, „Технологічні основи машинобудування” „Технологія конструкційних матеріалів”, „Взаємозамінність, стандартизація і технічні виміри” і потребує використання знань, одержаних при вивченні загальноосвітніх технічних дисциплін.

Мета курсової роботи (проекту) – одержати практичні навички при розв’язанні задач, що виникають у зв’язку з розробкою технологічних процесів виготовлення деталей і проектуванням технологічної оснастки.

У курсовій роботі (проекті) студенти повинні виконати наступне:

- самостійно розробити технологічний процес виготовлення деталей при заданій річній програмі випуску або типові виробництва з усіма основними розрахунками;
- обґрунтовано вибрати заготовку для даної деталі і накреслити її креслення;
- правильно вибрати устаткування і інструменти для досягнення потрібної якості виготовлення деталі при заданій продуктивності;
- спроектувати технологічну оснастку, зокрема, - верстатні та вимірювальні пристрої;
- уміти використовувати технічну літературу, каталоги, довідники і стандарти при виконанні конкретного технічного завдання.

### **Тема та обсяг курсової роботи (проекту)**

Курсова робота містить опис технологічного процесу виготовлення нескладної деталі на металорізальних верстатах з річною програмою, яка відповідає мало-, середньо- або великосерійному типу виробництва, технологічну документацію, а також спроектоване складальне креслення одного пристрою для металорізального верстата (на курсовий проект видається більш складна деталь). Індивідуальне завдання видається кожному студентові у вигляді креслення реальної деталі і воно оформлюється на спеціальному бланку. На кресленні деталі повинен бути проставлений порядковий номер, який є номером завдання.

Керівник зобов’язаний видати завдання на першому практичному занятті, але не пізніше двотижневого строку після початку семестру. Студент повинен якісно, з урахуванням діючих стандартів, перекреслити креслення деталі на комп’ютері і не пізніше ніж через два тижні після одержання завдання повернути оригінал завдання викладачеві. Якщо на кресленні деталі шорсткість поверхонь, допуски на їх виготовлення, допуски форми і розташування поверхонь проставлені відповідно до стандарту із закінченим строком дії, то необхідно, використовуючи довідкову літературу [5, т.3; 25; 26; 27] і дод. 1-5, шорсткість показати за ГОСТ 2789-73, поля допусків – за ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82, а допуски форми і розташування поверхонь – за ГОСТ 24643-81.

У завданні на курсову роботу (проект) чітко формулюється затверджена тема проекту, визначаються вихідні дані для проектування (річна програма, режим роботи дільниці цеху, назва і вимоги до пристрою, який повинен спроектувати студент).

Тема курсової роботи (проекту) формулюється у такому вигляді: Розробка технологічного процесу і оснастки для виготовлення... (найменування і шифр деталі). Річна програма випуску  $N = \dots$  деталей. Режим роботи – двозмінна робота устаткування при п'ятиденному робочому тижні.

У завданні проставляється дата його видачі і час захисту курсової роботи (не пізніше ніж за 10 днів до початку сесії).

Оформлене завдання підписує керівник і студент. Останній підшиває його в розрахунково-пояснювальну записку (РПЗ) після титульного аркуша.

Курсова робота повинна містити:

- РПЗ обсягом 20-30 сторінок формату А4 (297x210 мм) машинописного тексту з додатком технологічної документації (маршрутна і операційні карти, карти ескізів, розрахунково-технологічні карти), специфікацій до креслення пристрою, креслення деталі, креслення заготовки тощо;

- графічну частину в обсязі двох аркушів формату А1 (841x594 мм) для РГР (перший аркуш - „Графічне зображення технологічного процесу”, тобто ескізи технологічних операцій або налагодження на металорізальних верстатах; другий аркуш - „Пристрій для обробки поверхні... (вказується позначення поверхні)” – складальне креслення); та чотирьох аркушів формату А1 для КП (перший аркуш – креслення деталі (на А2) та креслення заготовки (на А2); другий, або другий і третій аркуші, - „Графічне зображення технологічного процесу”; третій, або третій та четвертий аркуші - „Пристрій для обробки поверхні... (вказується позначення поверхні)” – складальне креслення).

Керівник курсової роботи (проекту) на практичних заняттях та консультаціях перевіряє роботу студента з проектування технологічного процесу і періодично повідомляє про хід її виконання деканати ІХФ, ММІ, ІФФ, а також викладача курсу „Технологія машинобудування”.

За правильність вибору конкретних технічних рішень, цифрових розрахунків, призначення режимів різання і оформлення роботи відповідно до стандартів несе відповідальність студент, як автор роботи, а завдання керівника полягає в направленні роботи, перевірці принципової правильності рішень, які приймаються студентом, і в наданні йому необхідних консультацій.

Закінчені і перевірені розробки (РПЗ, графічний матеріал, технологічна документація) підписуються студентом і керівником, який вказує дату закінчення роботи.

Повністю оформлену курсову роботу (проект) підписує керівник на титульному аркуші з поміткою „До захисту”.

### **Оформлення розрахунково-пояснювальної записки**

РПЗ повинна бути надрукована державною мовою на комп'ютері на аркушах паперу формату А4 на одній стороні аркушів.

Розмір полів: лівого – 30 мм, правого – 10 мм, верхнього і нижнього – по 20 мм. Шрифт Times New Roman № 14, через один інтервал. Усі сторінки РПЗ повинні мати наскрізну нумерацію, проставлену на нижньому полі посеред сторінки. РПЗ повинна мати завдання на курсову роботу і креслення деталі.

РПЗ вміщує розділи:

Зміст.

Вступ.

1. Технологічний розділ.
  - 1.1. Технологічний контроль креслення.
  - 1.2. Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі. Визначення класу деталі.
  - 1.3. Визначення типу і форми організації виробництва.
  - 1.4. Опрацювання конструкції деталі на технологічність.
  - 1.5. Вибір заготовки і його техніко-економічне обґрунтування.
  - 1.6. Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки поверхонь.
  - 1.7. Розробка маршрутного технологічного процесу.
    - 1.7.1. Вибір технологічних баз і обґрунтування прийнятої схеми базування.
    - 1.7.2. Вибір обладнання, верстатних пристроїв, різальних і вимірювальних інструментів.
  - 1.8. Розробка операційного технологічного процесу.
    - 1.8.1. Визначення припусків на механічну обробку.
      - 1.8.1.1. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом.
      - 1.8.1.2. Визначення припусків аналоговим методом.
    - 1.8.2. Визначення режимів різання.
      - 1.8.2.1. Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом.
      - 1.8.2.2. Визначення режимів різання аналоговим методом.
    - 1.8.3. Визначення норм часу.
2. Конструкторський розділ.
  - 2.1. Проектування принципової схеми пристрою. Розробка розрахункової схеми пристрою.
  - 2.2. Розрахунок сил закріплення і розмірів приводу (або точності базування та обробки).
  - 2.3. Опис конструкції і принципу роботи пристрою.

Висновки.

Список літератури.

Додаток 1. Креслення деталі.

Додаток 2. Креслення заготовки.

Додаток 3. Маршрутна карта (на весь технологічний процес).

Додаток 4. Операційні карти (не менше 2-х для РГР і 5-ти для КП).

Додаток 5. Карти ескізів (до всіх операційних карт).

Додаток 6. Специфікація пристрою.

Додаток 7. Розрахунково-технологічні карти (при необхідності).

У РПЗ повинні бути також наведені такі графічні матеріали: схеми базування і закріплення заготовки на всіх операціях; схеми розміщення припусків; схеми для розрахунку похибок базування (при необхідності); схеми заточки інструмента (при необхідності); принципова схема пристрою з показом діючих сил, моментів і плечей сил тощо.

Ескізи, розрахунки та обґрунтування прийнятих рішень приводяться в РПЗ у послідовності, що відповідає ходу виконання роботи.

У тексті РПЗ посилання на використані літературні джерела наводяться з вказуванням номера джерела (відповідно до списку використаної літератури). Після номера джерела рекомендується вказувати номери використаних у ньому сторінок або таблиць. Посилання на джерело розміщуються у квадратні або косі дужки.

У списку використаної літератури наводиться порядковий номер джерела, прізвища авторів і їхні ініціали, назва, видавництво, рік видання, кількість сторінок.

У тексті не допускається використання скорочень або аббревіатур, які не є загальноприйнятими в технічній літературі. При необхідності введення в текст аббревіатури, вона розшифровується після першого згадування.

### **Оформлення графічного матеріалу**

Перший аркуш курсової роботи – графічне зображення технологічного процесу. На ньому за вказівкою викладача можуть зображуватись операційні ескізи або схема налагодження на верстаті-автоматі, токарно-револьверному, агрегатному верстаті, верстаті з числовим програмованим керуванням (ЧПК) тощо.

Залежно від розмірів деталі, кількості переходів в операції і складності конструкції пристроїв, на одному аркуші формату А1 може бути показано від однієї до чотирьох операцій (операційний ескіз повинен містити усі переходи і позиції). Операційні ескізи відокремлюють один від іншого суцільною тонкою лінією. Вони можуть виконуватись у довільному масштабі з додержанням пропорційності розмірів усіх елементів ескізу.

На кожному операційному ескізі повинні бути зображені: оброблювана заготовка, конфігурація якої повинна відповідати зображуваному етапу технологічного процесу; елементи пристрою для базування і закріплення заготовки; інструмент (або інструменти), що використовуються в даній операції, пристрій для закріплення інструмента на верстаті.

Заготовка деталі на операційних ескізах зображується в тому положенні, яке вона займає на верстаті при виконанні даної операції, і її контури викреслюються основною лінією чорного кольору, а оброблювані в даній операції поверхні – потовщеними (в 2-3 рази товщі за основну лінію) чорними лініями, або червоним кольором. Поверхні заготовки, на яких здійснюється її базування, виділяють синім кольором. Заготовка деталі вважається непрозорою і усі необхідні невидимі елементи пристроїв, інструментів та інше зображуються штриховою лінією.

На оброблюваних поверхнях повинні бути проставлені одержувані в даній операції розміри з відхиленнями і шорсткістю після обробки.

Інструменти, пристрої, їх установочні і затискні елементи зображуються конструктивно, а не умовно. Вони повинні бути показані суцільними основними лініями і давати чітке уявлення про спосіб базування і закріплення заготовки, інструмента, що використовується, і способи його закріплення на верстаті; пристрій зображується в робочому положенні, а інструмент – в кінцевому (за виключенням обробки отворів - щоб не затінювати ескіз). Різальні леза інструмента показуються на рівні обробленої поверхні.

Звичайно, операційні ескізи вміщують одну проекцію, або, якщо ця проекція не дає чіткого уявлення про установку і обробку заготовки деталі, то слід зображати дві проекції, або давати доповнюючі розрізи, види і перерізи.

Суцільними стрілками повинні бути показані напрями робочих рухів (головного руху різання і подачі), а напрями допоміжних рухів та установочних – штриховою лінією.

На багатоінструментальних налагодженнях різальні інструменти і оброблювані ними поверхні повинні бути відповідно пронумеровані арабськими цифрами, проставленими в колі (кругові) діаметром 6-10 мм. Коло з'єднують з обробленою поверхнею або інструментом тонкою виносною лінією. Для кожного операційного ескізу заповнюється таблиця, що розміщується у правому нижньому кутку гранки. За основу рекомендується приймати таблицю, наведену в дод. 6. Вона включає номер операції, найменування і модель верстата, найменування інструмента, матеріал його різальної частини і основні розміри, елементи режиму різання і норми часу (основний час -  $T_0$ ). У курсовій роботі допускається виконувати таблицю лише на один основний перехід для кожної операції, а в курсовому проекті – на всі або декілька основних (за згодою з керівником) переходів.

У правому нижньому і лівому верхньому кутках аркуша приводять штампи відповідно до ГОСТ 2.104-68.

При зображенні на першому аркуші ескізу складного налагодження, аркуш на гранки не ділять. Різні позиції, які займає заготовка або інструмент у процесі обробки, можуть, за домовленістю з керівником, виконуватися послідовно, зіркоподібно та ін., залежно від конкретної схеми обробки. Інші вимоги такі ж, як і при зображенні операційних ескізів.

Другий аркуш курсової роботи є складальним кресленням спеціального пристрою для механічної обробки, розробленого студентом за вказівкою викладача.

Креслення повинно бути виконане на креслярському папері формату А1 в масштабі (бажано 1:1) і вміщувати необхідну кількість проекцій, розрізів, перерізів відповідно до вимог ГОСТ 2.109-73. На всіх проекціях і розрізах креслення пристрою необхідно вказати контур оброблюваної заготовки деталі суцільними тонкими лініями чорного кольору, або основними лініями синього кольору. Заготовка деталі на кресленні пристрою вважається прозорою, тобто усі елементи пристрою, розташовані за нею, зображуються як видимі.



На кресленні пристрою повинні бути указані: габаритні розміри; приєднувальні розміри з допусками, що визначають точність установки пристрою на верстаті; установочні розміри, що визначають розміри оброблених поверхонь (наприклад, розміри, що визначають положення установів для налагодження на розмір різальних інструментів; координати розміщення кондукторних втулок та ін.); посадки основних з'єднань деталей, що впливають на якість роботи пристрою; технічні вимоги до виготовлення і приймання пристрою, його основні експлуатаційні характеристики (наприклад, робочий тиск повітря або рідини, максимальні зусилля затиску, довжина ходу поршня та ін.).

За необхідності штрих-пунктирною тонкою лінією зображуються крайні положення робочих органів пристрою.

Нормалізовані вузли, виконані відповідно до стандартів, і ті, які входять у конструкцію пристрою (пневмо- і гідроциліндри, пневмокамери, крани та ін.), повинні бути виконані в розрізі із зображенням розміщення і взаємного зв'язку деталей, з'єднаних у даному вузлі.

Усі деталі пристрою повинні бути внесені в специфікацію відповідно до ГОСТ 2.108-68. Специфікація підшивається до РПЗ.

У графічну частину курсової роботи входить також виконання креслення деталі, видане як завдання для курсової роботи, та креслення заготовки.

Ескіз заготовки оформлюється згідно з вимогами, викладеними в [2].

Обкладинка і титульний лист РПЗ оформляються згідно з дод. 7.

Усі розрахунки і позначення приводяться в міжнародній системі одиниць (СІ) згідно з дод. 8.

Допускається графічну частину курсової роботи виконувати з двох боків аркуша формату А1.

### **Захист курсової роботи (проекту)**

Курсові роботи (проекти) захищаються планово, протягом трьох тижнів (але не пізніше, ніж за десять днів до початку екзаменаційної сесії) перед комісією, затвердженою завідувачем кафедри технології машинобудування, яка складається з двох чоловік (включаючи керівника курсової роботи).

Комісія заслуховує коротку (4-6 хв.) доповідь студента за змістом роботи, розглядає подані матеріали і задає питання, як за змістом курсової роботи, так і за вивченими дисциплінами, пов'язаними з її виконанням.

Результати захисту можуть бути оцінені на „відмінно” (А), „добре” (В, С) і „задовільно” (D, E), проставляються до окремої відомості і в залікову книжку студента.

Захист курсової роботи в період екзаменаційної сесії не дозволяється. Студенти, які вчасно не захистили курсову роботу, до іспиту з дисципліни „Технологічні основи машинобудування”, або „Технологія машинобудування”, не допускаються.

Керівник курсового проектування повинен організувати передачу на зберігання захищених курсових робіт з реєстрацією за академічними групами.

## **Приклад виконання курсової роботи (проекту)**

У зв'язку з обмеженим обсягом цих методичних вказівок, графічні матеріали, винесені в додатки, виконуються спрощено, без необхідної деталізації. Деякі розділи РПЗ з навчальною метою виконано у більш великому обсязі, ніж потрібно для курсової роботи (збільшено обсяг розділів 1.8.1.1, 1.8.2.1, 2.1, 2.2, 2.3).

Для успішного виконання курсової роботи рекомендується використання методичних вказівок [2], стандартів (дод. 9) і використання літератури, що наводиться в кінці цих методичних вказівок.

### **Вступ**

У цій курсовій роботі розроблено технологічний процес виготовлення кронштейна 020.003.0088 (дод. 10) та спроектовано технологічне оснащення.

Мета курсової роботи – отримати практичні навички розв'язання задач, які виникають при розробці технологічних процесів виготовлення деталей та проектуванні технологічної оснастки.

Під час виконання роботи розв'язуються наступні задачі:

- розробка технологічного процесу виготовлення деталі „кронштейн”, що означає вибір методу і способу виготовлення заготовки, призначення послідовності виконання операцій, вибір устаткування і інструмента для кожної операції технологічного процесу, розрахунок припусків, елементів режимів різання, сил різання і норм часу;

- проектування верстатного пристрою для виконання фрезерної операції та кондуктора для свердління отворів.

У РПЗ описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення кронштейна.

## **1. Технологічний розділ**

### **1.1. Технологічний контроль якості креслення**

У результаті технологічного контролю креслення кронштейна (дод. 10), яке було видано як завдання на курсову роботу, виявлено наступне:

- на кресленні вказані всі розміри, які необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- допуски і відхилення розмірів наведені відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82;

- допуски форми та розташування поверхонь вказані відповідно до ГОСТ 24643-81;

- вимоги до точності виготовлення поверхонь кронштейна відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

## 1.2. Аналіз службового призначення деталі і умов її роботи у вузлі

### Визначення класу деталі

Відсутність складального креслення вузла, в який входить кронштейн, і даних про службове призначення виробу ускладнює точне визначення призначення деталі. Але, розглядаючи її конфігурацію і габарити, можна передбачити, що кронштейн є деталлю середнього машинобудування. Наявність робочої поверхні Б  $\varnothing 70H7$ , чотирьох отворів під кріпильні гвинти М16 і товстостінної жорсткої конструкції вказує на те, що на кронштейн в процесі експлуатації діють великі навантаження, особливо в площині, перпендикулярній до осі отвору  $\varnothing 70H7$ .

Кронштейн відноситься до класу корпусних деталей [2] і може бути призначений або для установки в ньому кінця вала, який обертається в підшипниках, або для підтримання і направлення циліндричного повзуна чи тяги, які переміщуються вздовж осі отвору  $\varnothing 70H7$ .

У машині кронштейн базується на чисто обробленій поверхні В і кріпиться чотирма гвинтами М16. Відсутність жорстких обмежень на розміщення двох отворів  $\varnothing 12$  мм під штифти відносно поверхні Б вказує на те, що кронштейн при складанні машини встановлюється з „вивіреним за місцем”, кріпиться гвинтами, а потім його положення фіксується за допомогою двох штифтів  $\varnothing 12$  мм. Отвори під штифти в корпусі машини необхідно свердлити і розвертати через отвори в кронштейні, який виконуватиме роль накладного кондуктора.

При виготовленні кронштейна особливу увагу необхідно звернути на обробку двох взаємопов'язаних точних поверхонь: установочної площини В і робочої циліндричної поверхні Б діаметром  $\varnothing 70H7$ . Щоб витримати розмір  $100 \pm 0,05$  мм і непаралельність поверхонь Б і В не більшою 0,02 мм, необхідне використання розточувальних верстатів, або спеціальних пристроїв для верстатів токарної групи.

Крім того, потрібно забезпечити перпендикулярність торця Г до поверхні Б, тобто ці поверхні доцільно обробляти на одному верстаті при одному установі.

Кронштейн виготовляється з сірого чавуну СЧ21, який використовується для виготовлення відповідальних важконавантажених деталей і має такий хімічний склад та механічні характеристики [5, т.2, с. 370]:

Чавун	Товщина стінки вилівка, мм	С, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
					не більше	
СЧ21	10-30	3,0-3,3	1,3-1,7	0,8-1,2	0,15	0,3
Межа міцності: при розтягуванні $\sigma_s = 206$ МПа, при вигинанні $\sigma_s = 392$ МПа, $HV = 1668-2364$ МПа (170-241 кгс/мм <sup>2</sup> )						

Відповідно до технічних вимог, які наведено на кресленні, заготовку кронштейна перед механічною обробкою необхідно покрити кремовою емаллю ЕМНЦ-246.

### 1.3. Визначення типу і форми організації виробництва

Відповідно до заданої річної програми випуску деталей (5000 шт.), а також в результаті аналізу конфігурації деталі, її маси і габаритів, можна стверджувати [2], що орієнтовно виробництво для виготовлення кронштейна - середньосерійне.

Для середньосерійного виробництва раціональна непотокова форма організації виробництва. Виробничу дільницю організують за принципом обробки конструктивно подібних деталей (дільниця корпусних деталей). На цій дільниці застосовують універсальне і спеціалізоване устаткування, розміщене у порядку виконання операцій. З одного робочого місця на друге деталі передають у тарі партіями за допомогою крану після виконання чергової операції.

Розмір партії деталей  $n$  визначаємо за формулою:

$$n = \frac{Nt}{F},$$

де  $N$  – річна програма випуску деталей (шт);  $t$  – кількість днів, на які потрібно мати запас деталей (шт);  $F$  – кількість робочих днів у році.

Підставивши у цю формулу  $t = 10$ ;  $F = 245$  [1], отримаємо:

$$n = 500 \times 10 / 245 = 204 \text{ (дет.)}$$

Для спрощення приймаємо партію  $n = 200$  (дет.) [1, с. 22].

### 1.4. Опрацювання конструкції заготовки та деталі на технологічність

Знаючи тип виробництва, матеріал деталі і її конфігурацію, можна використати для одержання заготовки спосіб лиття в піщано-глинисті форми за металевими моделями з машинним формуванням, що забезпечує 9-й клас точності виливка відповідно до ГОСТ 26645-85. Найбільш ефективним методом одержання заготовок з сірого чавуну є лиття [1, с. 34]. Конфігурація виливка буде достатньо простою, що забезпечує легке виймання його моделі з форми і, за допомогою стержня, одержання литого отвору під  $\varnothing 70H7$ ; весь виливок може формуватися в одній нижній опоці і ливарна форма буде мати один плоский роз'єм, який дотикається до необроблюваного торця Е; западини, виїмки і ребра мають напрями, перпендикулярні до наміченої площини роз'єму; виливок має достатньо товсті стінки, що виключає їх „непроливи”, не має різких переходів від тонких стінок до товстих; клас точності і формувальні уклони відповідають вимогам стандартів; залишки ливників і випорів можна сумістити з припуском на обробку (наприклад, на поверхнях В або Г); відходи металу при механічній обробці будуть невеликі.

У цілому заготовка кронштейна технологічна, але при формуванні в одній опоці поверхні В і Д будуть мати значний перепад розмірів через формувальні уклони, що ускладнює їх використання як чорнових баз при механічній обробці.

Кронштейн 020.003.0088 представляє собою корпусну деталь з точним отвором, паралельним до чистової технологічної бази В.

Аналіз технологічності кронштейна [2] дозволяє зробити такі висновки:

- конструкція кронштейна допускає обробку точної поверхні В і двох поверхонь Д під головки кріпильних гвинтів „напрохід”;
- форма отвору  $\varnothing 70H7$  дозволяє розточувати його „напрохід” та підрізувати торець Г з одного установу, а другий торець отвору не оброблюється;
- конструкція кронштейна забезпечує вільний доступ різального та вимірювального інструментів до оброблюваних поверхонь;
- деталь не має глухих точних отворів і не вимагає підрізання внутрішніх або закритих торців; усі оброблювані поверхні та отвори або паралельні, або розміщені під прямим кутом один до одного;
- конструкція відзначається високою жорсткістю і припускає високі режими різання; деталь має точні поверхні В і Б достатньо великих розмірів, які можна використати як технологічні бази; враховуючи річну програму випуску і конфігурацію, недоцільно міняти матеріал деталі, або замість литої заготовки використовувати зварну; поверхня В вдало розділена на дві частини виїмкою шириною 70 мм, що підвищує визначеність базування і стійкість кронштейна при установленні на поверхню В, зменшує трудомісткість її обробки; в конструкції кронштейна передбачені площини і отвори, які можна обробляти стандартним інструментом.

В цілому конструкція кронштейна технологічна, але є декілька зауважень:

- товщина бокових стійок (25 мм), циліндричної частини (25 мм) і ребра (25 мм) завищені;
- для підвищення технологічності поверхню В бажано розділити більш широкою виїмкою (не 70 мм, а до 120 мм);
- в отворі  $\varnothing 70H7$  можна також посередині передбачити виточку шириною до 30 мм і  $\varnothing 72$  мм, що одержується за допомогою формувального стержня (для зниження трудомісткості обробки і підвищення визначеності базування елемента, що знаходиться в отворі);
- наявність фаски  $1 \times 45^\circ$  в отворі  $\varnothing 70H7$  з боку поверхні Е вимагає переустановлення заготовки для її проточування при обробці на розточувальних верстатах, або поперечної подачі різця після розточування отвору і налагодження верстата за лімбом для кожної нової деталі на токарних верстатах;
- деякі труднощі виникають при свердлінні сильно заглиблених (відносно висоти кронштейна) чотирьох отворів  $\varnothing 17$  мм і двох отворі  $\varnothing 12$  мм зі сторони поверхні Д, а при свердлінні зі сторони поверхні В ускладнюється базування і конструкція кондуктора.

Для зміни конструкції кронштейна відповідно до наведених зауважень, необхідно виконати розрахунки і з'ясувати питання з конструкторами. Оскільки конкретне призначення кронштейна невідоме, то залишимо його конструкцію без змін.

## 1.5. Вибір заготовки і її техніко-економічне обґрунтування

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції кронштейна робимо висновок, що найбільш доцільно використовувати литу заготовку. З усіх способів утворення литих заготовок [2] у розглянутому випадку можна застосувати лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями, лиття в оболонкові форми, лиття за моделями, які виплавляються, і лиття в металеві форми (кокілі). Три останні способи дозволяють забезпечити вищу якість виливків, ніж лиття у піщано-глинисті форми, але вони вимагають більших затрат на виготовлення ливарного оснащення та організацію дільниці ливарного цеху і більш складні. При литті заготовок середніх розмірів з чавуну в металеві форми стійкість форм низька і складає 100-500 виливків [3, т. 1].

Враховуючи розміри і матеріал кронштейна, невисокі вимоги до якості виливків і найменшу вартість лиття у піщано-глинисті форми, заготовку будемо виготовляти литтям у піщано-глинисті сирі форми із формувальних сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5 % і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кгс/см<sup>2</sup>) з рівнем ущільнення до твердості, не нижчої 70 одиниць (див. ГОСТ 26645-85). Формування машинне за металевими моделями. Термічну обробку виливка не застосовуємо.

Згідно з ГОСТ 26645-85 визначаємо:

- клас розмірної точності виливка – 9;
- ступінь жолоблення елементів виливка – 4;
- ступінь точності поверхонь виливка – 13;
- клас точності маси виливка – 9;
- допуск зміщення внаслідок перекосу стержня – 1 мм;
- шорсткість поверхонь виливка  $R_a$  32,0 мкм ( $R_z$  120 мкм);
- ряд припусків на обробку виливка – 6.

Таким чином: точність виливка 9-4-13-9 Зм. 1,0 ГОСТ 26645-85.

Вимоги до чавунних виливків обумовлені в ГОСТ 26358-84, формувальні уклони – в ГОСТ 3212-92.

Для дальшої розробки технологічного процесу важливий правильний вибір площини роз'єму ливарної форми. Ливарна форма повинна мати, за можливістю, один плоский роз'єм і забезпечувати мінімальну кількість стержневих вставок. Для заготовки кронштейна такою єдиною площиною роз'єму може бути лише площина Е. Перевага цієї площини роз'єму в тому, що в ній лежать найбільші габарити заготовки, чим досягається мінімальна глибина формування, невеликі перепади розмірів виливка через формувальні уклони і висока якість виливка.

Крім того, весь виливок формується в одній опоці і на його поверхнях не буде дефектів, які виникають внаслідок зміщення опок (за винятком спричинених зміщенням стержня під отвір Ø 70Н7).

Зазначимо, що при формуванні з указаною площиною роз'єму форми Е, на поверхнях В і Д необхідно передбачити ливарні уклони, тому їх не рекомендується використовувати як установочні технологічні бази в необробленому вигляді.

Литий отвір Б під  $\varnothing 70H7$  буде формуватися за допомогою суцільного циліндричного стержня-вставки без ливарних уклонів по довжині отвору.

На основі вказаних стандартів і ГОСТ 3.1125-88 розроблено креслення вилівка кронштейна (дод. 11), яке враховує ливарні уклони, радіуси переходів і припуски на механічну обробку. Кінцеві розміри і значення припусків наведені після їх розрахунку або підбору за ГОСТ 26645-85.

Залишки ливників і випорів необхідно сумістити з оброблюваними поверхнями В і Г.

Вартість вилівка необхідно визначати за методикою, наведеною в [1, 2], з введенням коефіцієнта індексації цін, узгодженого з керівником.

### **1.6. Вибір типового технологічного процесу та типових схем обробки поверхонь**

Оскільки кронштейн відноситься до класу корпусних деталей, то типовий технологічний процес складається з таких етапів [2; 15]:

- обробка значної за розмірами площини, яка служить у подальшому чистою установочною базою;
- свердління і розвертання двох точних отворів на цій площині;
- чорнова і чистова обробка значних за розміром площин фрезеруванням або протягуванням;
- чорнове і чистове розточування (свердління, зенкерування) основних отворів корпусної деталі;
- фрезерування невеликих другорядних площин головним чином за один перехід;
- свердління, нарізання різьби, зенкерування, розвертання неглибоких отворів з різних боків заготовки;
- доведення до кінцевих розмірів основних точних отворів тонким розточуванням, розвертанням, протягуванням, шліфуванням (хонінгуванням) тощо;
- для отримання заданої перпендикулярності торців деталі до осей точних основних отворів, виконується остаточна обробка цих торців чистовим фрезеруванням, або тонким точінням (базою при цьому служить точний отвір).

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності і шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу, підбирають типові схеми їх обробки [3, т. 1, с. 8, 92]:

- отвір Б – чорнове, напівчистове та чистове розточування, або чорнове і чистове розточування та остаточне розвертання;
- площина В – чорнове і чистове фрезерування;
- площина Г – чорнове фрезерування або чорнове торцеве точіння;
- площина Д – чорнове фрезерування;
- отвір  $\varnothing 70H14$  – свердління;
- отвір  $\varnothing 12H7$  – свердління, зенкерування і розвертання;
- різьба M12-7H – знімання фаски, різьбонарізання з одержанням повного профілю різьби.

## **1.7. Розробка маршрутного технологічного процесу**

### **1.7.1. Вибір технологічних баз і обґрунтування прийнятої схеми базування**

На основі креслення кронштейна і описаного в підрозділі 1.6 типового технологічного процесу вибирають технологічні бази і розроблюють маршрут обробки заготовки деталі (рис. 1). При цьому необхідно намагатися мінімізувати кількість операцій, установів та переходів.

#### **Операція 005. Вертикально-фрезерна**

Чорнове і чистове фрезерування площини В. Заготовку установлюють на площину Е найбільшого розміру, що співпадає з площиною роз'єму форми, не має ливарних уклонів, слідів від ливників, у готовій деталі залишається необробленою. Ця площина є установочною базою за ГОСТ 21495-76 і реалізує три опорні точки. Направляючою базою, яка реалізує дві опорні точки, служить поверхня Д; як опорна база, що реалізує одну опорну точку, використовується торець заготовки висотою 20 мм і шириною 84 мм (див. рис. 1, а).

#### **Операція 010. Вертикально-фрезерна**

Чорнове фрезерування площини Д. За установочну базу приймають оброблену площину В, за направляючу – поверхню Е, за опорну – торець заготовки (див. рис. 1, б).

#### **Операція 015. Радіально-свердлильна**

Свердління, зенкерування і чистове розвертання (технологічне) двох отворів Ø 12Н7 під установочні пальці, свердління чотирьох отворів Ø 17Н14 під кріпильні болти. За установочну базу в даному випадку (через значний перепад висот від верхньої точки деталі до площини Д, якщо за базу прийняти площину В) доцільно прийняти площину Д, хоча це дещо ускладнить конструкцію пристрою для свердління. Направляючою базою служить торець основи Е, а опорною – зовнішня циліндрична поверхня радіусом 60 мм. Вибір цієї поверхні як опорної бази заснований на тому, що при іншій можливій опорній базі (отворі Б або торці розміром 20 x 88 мм) при виконанні наступних операцій збільшується неспіввісність положення обробленого отвору Б відносно поверхні радіусом 60 мм (див. рис. 1, в).

#### **Операція 020. Токарно-револьверна**

Чорнове торцеве точіння площини Г, чорнове та чистове розточування поверхні Б із зніманням фасок зі сторони площин Е і Г, завершальне розвертання плаваючою розверткою отвору Б. Базування здійснюють на площині В та двох отворах Ø 12Н7 на циліндричній та зрізаний пальці (див. рис. 1, г).



### **Операція 025. Радіально-свердлильна**

Свердління чотирьох отворів  $\varnothing 10,2$  мм під різьбу М12-7Н. Базування здійснюється на поверхні Б, торці Е та площині В. В результаті цього забезпечують концентричність розміщення різьбових отворів по колу  $\varnothing 95 \pm 0,2$  мм відносно отвору  $\varnothing 70H7$  (див. рис. 1, д).

### **Операція 030. Радіально-свердлильна**

Знімання фасок у чотирьох отворах  $\varnothing 10,2$  мм та нарізання в них різьби М12-7Н. Базування здійснюється таким же чином, як і при виконанні операції 025 (див. рис. 1, д).

Прийняті рішення в основному співпадають з рекомендаціями, наведеними в [2] для виготовлення корпусних деталей, що дозволяє розрахувати на одержання якісних деталей.

При розробці і обґрунтуванні прийнятого технологічного процесу ми обмежувались логічними міркуваннями, які базуються на відомих рекомендаціях [1-3] і дослідно-статистичних даних, що допустимо для середньосерійного виробництва. Для великосерійного, особливо для масового виробництва, правильність прийнятих рішень необхідно доводити за допомогою конкретних економічних розрахунків і розрахунків на точність.

## **1.7.2. Вибір устаткування, верстатних пристроїв, різальних та вимірювальних інструментів**

Вибір моделей верстатів, визначення частоти обертання шпинделів і подачі робочих органів здійснюють відповідно до рекомендацій, наведених в [1; 2]. Для середньосерійного виробництва підбирають високопродуктивне універсальне та спеціалізоване устаткування, орієнтуючись на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритним розмірам оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на використання мінімальної кількості різних моделей верстатів.

Для досягнення високої якості та продуктивності при виготовленні кронштейна, в усіх операціях, згідно з рекомендаціями, наведеними в [1; 2], для серійного виробництва використовують спеціальні пристрої з швидкодіючим затисканням заготовок.

Обробку виконують стандартним інструментом. Матеріал різальної частини торцевої фрези і різців – твердий сплав ВК8, що рекомендується при обробці чавунів [10]. Враховують, що для досягнення максимальної продуктивності при торцевому фрезеруванні рекомендується використовувати фрези малого діаметра, розмір яких на 10-20 % перевищує ширину оброблюваної поверхні, з великою кількістю зубів [6].

Для свердління, розвертання отворів і нарізання різьби використовують інструменти із швидкорізальної сталі Р6М5 та інших [3; 15; 23].

### Операція 005. Фрезерування площини В

Виконують її на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6М12П з такими характеристиками [3] розмір стола 320x1250 мм; ширина Т-подібного паза стола – 18 мм; відстань між Т-подібними пазами – 70 мм; отвір шпинделя – конус 7:24 № 50 ГОСТ 836-72; число ступенів обертів шпинделя – 18, від 31,5 до 1600 об/хв; число поздовжніх подач стола – 18, від 25 до 1250 мм/хв; потужність двигуна  $N = 7,5$  кВт; ККД – 0,8; потужність на шпинделі верстата (ефективна потужність)  $N_e = 7,5 \times 0,8 = 6$  кВт.

Згідно з методикою, наведеною в [1; 2], визначають знаменники геометричної прогресії ряду коробки швидкостей і коробки подач верстата:

$$\varphi_n^{m_{n-1}} = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}; \quad \varphi_n^{18-1} = \frac{1600}{31,5} = 50,79.$$

Приймають стандартне значення  $\varphi = 1,26$ . У цьому випадку ряд частот обертання шпинделя верстата 6М12П складає: 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 126; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 об/хв.

$$\varphi_s^{m_{s-1}} = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}; \quad \varphi_s^{18-1} = \frac{1250}{25} = 50.$$

Приймають  $\varphi = 1,26$ . Ряд подач стола верстата 6М12П: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 126; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250 мм/хв.

Сучасні верстати з ЧПК оснащуються безступінчастими системами регулювання частоти обертання шпинделя та величини подач робочих органів (стола, шпинделя тощо) верстата, тому при визначенні режимів різання можна призначати їх розрахункові значення.

Для виконання операції вибирають фрезу торцеву насадну  $\varnothing 100$  мм,  $z = 8$  (ГОСТ 9473-80) із вставними ножами, оснащеними твердим сплавом ВК8 [23, с. 336].

Оскільки довжина оброблюваної поверхні дорівнює 192 мм і основний час буде достатньо великим у порівнянні з допоміжним, обробку ведуть у одномісному пристрої з гідروприводом.

### Операція 010. Фрезерування площини Д

Виконують її також на вертикально-фрезерному верстаті 6М12П. Фреза торцева насадна  $\varnothing 80$  мм,  $z = 8$  (ГОСТ 9473-80) з вставними ножами, оснащеними пластинами з твердого сплаву ВК8. Відсутність у стандарті фрез меншого діаметра не дозволяє використовувати інструмент з максимальною ефективністю. Враховуючи, що довжина обробки складає усього 88 мм і потрібно обробити дві частини поверхні Д за два переходи, обробку проводять у двомісному пристрої з гідроприводом.

### Операція 015. Свердління отворів

Свердління отворів виконують на радіально-свердлильному верстаті моделі 2Н53 з такими паспортними даними [11]: максимальний діаметр свердління в сталі – 35 мм; отвір в шпинделі – конус Морзе № 4. Шпиндель верстата має 21

ступінь частот обертання: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 126; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 об/хв. Число ступенів механічних подач шпинделя – 12: 0,056; 0,08; 0,112; 0,016; 0,224; 0,315; 0,45; 0,63; 0,90; 1,25; 1,8; 2,5 мм/об. Найбільше зусилля подачі  $P_{o \max} = 12500 \text{ Н}$  (~1250 кгс); найбільший момент  $M_{кр \max} = 355 \text{ Нм}$  (~35,5 кгсм); потужність електродвигуна  $N_{дв} = 3 \text{ кВт}$ ; ефективна потужність  $N_e = \eta N_{дв} = 0,8 \times 3 = 2,4 \text{ кВт}$ .

Використовують одномісний кондуктор з пневмозатиском.

Для свердління застосовують свердла спіральні із швидкорізальної сталі Р6М5 з нормальним конічним хвостовиком відповідно до ГОСТ 10903-77. Для отворів Ø 17Н14 використовують свердла Ø 17 мм довжиною 125 мм, для отворів Ø 12Н7 - свердла довжиною 94 мм (діаметр уточнюють після розрахунку припусків). Інструмент кріплять у патронах 6152-0153 для швидкозмінних інструментів (ГОСТ 14077-68) [13, с. 374].

Для розвертання отворів Ø 12Н7 використовують розвертки машинні суцільні з конічним хвостовиком у відповідності з ГОСТ 1672-80 [3, т. 2]. Довжина робочої частини розвертки 138 мм, Ø 12Н7.

### Операція 020. Обробка отвору.

Обробку отвору Б до Ø 70Н7 виконують на токарно-револьверному верстаті моделі 1365 з вертикальною віссю обертання револьверної головки. Паспортні дані: число позицій револьверної головки – 6; число ступенів обертів шпинделя 12 з частотою обертання шпинделя від 34 до 1500 об/хв, число ступенів поздовжніх подач револьверного супорта – 11 із зміною подач від 0,09 до 2,7 мм/об, число ступенів поперечних подач різцевого супорта – 11 з подачею від 0,045 до 1,35 мм/об. Потужність головного електродвигуна  $N_{дв} = 14 \text{ кВт}$ .

Згідно з викладеною в [2] методикою визначають частоти обертання шпинделя і подачі верстата 1365:

Частота обертання шпинделя верстата, об/хв	34	48	68	96	137	192	273	385	546	750	1065	1500
Поздовжня подача револьверного супорта, мм/об	0,09	0,12	0,17	0,24	0,34	0,47	0,68	0,95	1,35	1,9	2,7	-
Поперечна подача різцевого супорта, мм/об	0,04	0,06	0,08	0,12	0,17	0,24	0,34	0,47	0,67	0,85	1,35	-

Обробку виконують у спеціальному пристрої, що забезпечує одержання розміру  $100 \pm 0,05 \text{ мм}$ .

Для підрізування торця Г застосовують прохідний різець, відігнутий, правий, з путом  $\varphi = 45^\circ$  і різальною частиною з ВК8, з плоскою фаскою, заточкою за формою П [10], марки 2102-0020-ВК8-П [13, с. 282].

Для чорнового розточування отвору Б використовують призматичний розточувальний різець з заточкою за формою П, з пластинкою із твердого сплаву ВК8 з кутом  $\varphi = 60^\circ$ . Різець установлюють у державці 5500-010 [13, с. 352]. Для чистового розточування застосовують такий же різець, але з пластинкою із твердого сплаву ВКЗМ [10]. Для кінцевої обробки отвору Б використовують розвертку машинну насадну із вставними ножами з пластинками твердого сплаву ВК8 [5, т. 3, с. 288] згідно з ГОСТ 11176-71.

#### **Операція 025. Свердління отворів**

Свердління отворів виконують на радіально-свердлильному верстаті 2Н53 (див. операцію 015). Для свердління використовують одномісний кондуктор з пневмозатискачем. Використовують свердла спіральні із швидкорізальної сталі Р6М5 з нормальним конічним хвостовиком  $\varnothing 10,2$  мм і довжиною робочої частини 87 мм відповідно до ГОСТ 10903-77.

#### **Операція 030. Знімання фасок і нарізування різьби**

Знімання фасок і нарізування різьби М12 виконують на радіально-свердлильному верстаті 2Н53 (див. операцію 015). Для знімання фасок використовують зенківку конічну із швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 14953-69 [23]. Для нарізування різьби використовують машинні мітчики із швидкорізальної сталі Р6М5 розміру М12 з довжиною робочої частини 29 мм згідно ГОСТ 3266-81 [23].

### **1.8. Розробка операційного технологічного процесу**

#### **1.8.1. Визначення припусків на механічну обробку**

##### **1.8.1.1. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом**

#### **Розрахунок припуску на площину В**

Необхідно розрахувати припуск на чорнове і чистове фрезерування площини В, що виконуються при одному установі заготовки за два переходи. Заготовка – вилівок із сірого чавуну СЧ21 9-го класу точності (відповідно до ГОСТ 26645-85), відлитий у піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями. Заготовка для обробки установлюється необробленими поверхнями на постійні точкові опори згідно зі схемою на рис. 1, а. При обробці необхідно витримати розмір „5” (див. креслення деталі, дод. 10).

Припуск на обробку окремо розміщених площин (односторонній припуск) визначають за формулою [1-4]:

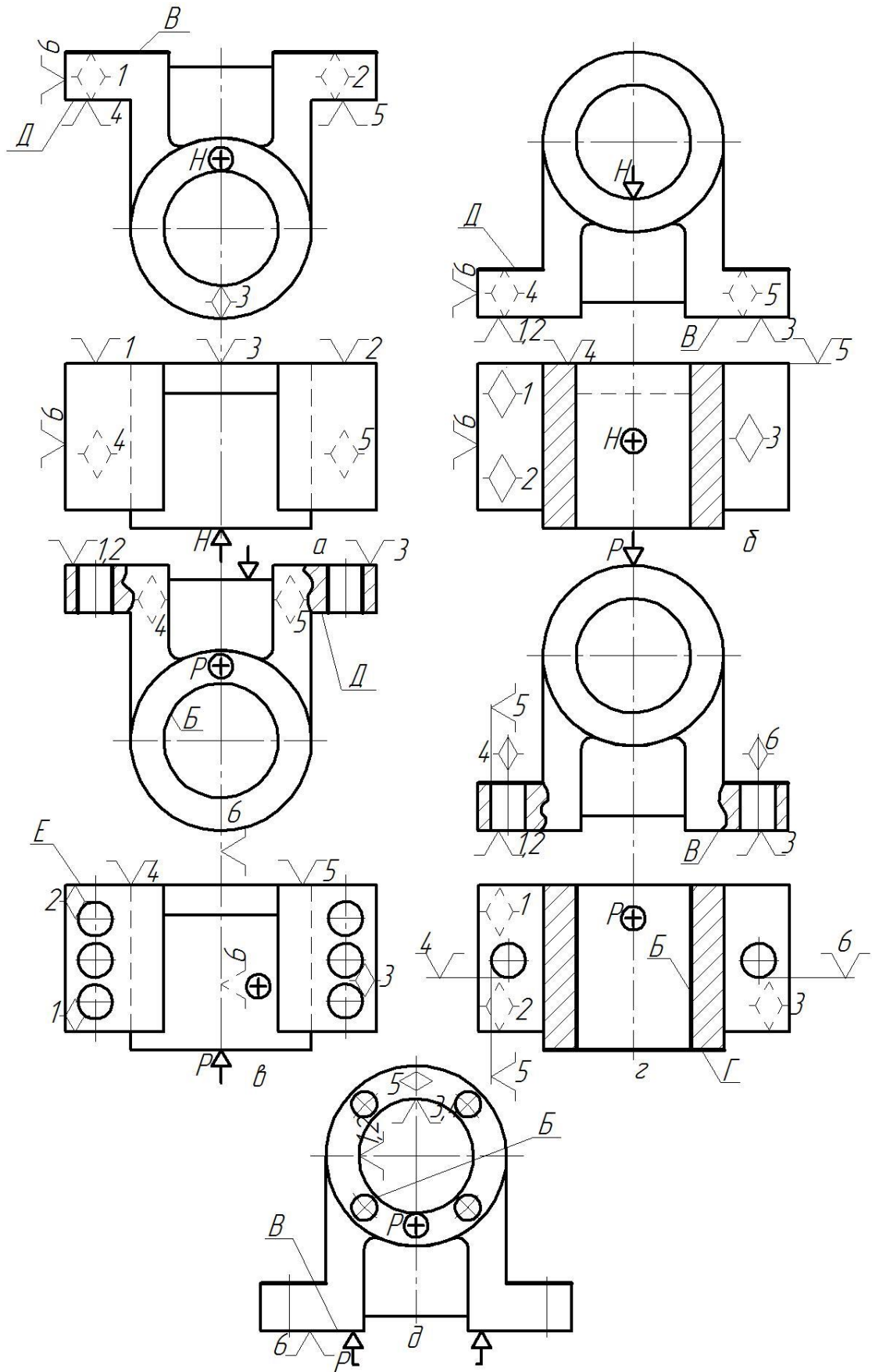


Рис.1. Схема технологічного маршруту виготовлення кронштейна

$$Z_{i\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_{yi},$$

де  $R_{Z_{i-1}}$  - висота нерівностей профілю на попередньому переході;  $h_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;  $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$  - сумарні просторові відхилення розміщення оброблюваної поверхні відносно технологічної бази, які одержані на попередньому переході;  $\varepsilon_{yi}$  - похибка установки заготовки на переході, який виконується.

Для таких поверхонь і поверхонь, які одержані після механічної обробки,  $R_z$  і  $h$  наведені в [1, табл. 27-30; 3, т. 1, с.182, табл. 6, 10].

Просторові відхилення розміщення поверхонь при обробці площин враховують тільки їх жолоблення, тобто:

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \Delta_{пжол} L,$$

де  $\Delta_{пжол} = 1$  мкм - питоме жолоблення на 1 мм довжини заготовки [1, с. 72; 3, т.1, с. 183, табл. 8],  $L$  – найбільший розмір оброблюваної поверхні у напрямку обробки. Після механічної:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma_{заг}} K_y,$$

де  $K_y$  - коефіцієнт уточнення форми [1, с. 74; 3, т. 1, с. 190, табл. 29].

У даному випадку:

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = 1 \times 192 = 192 \text{ мкм}; \Delta_{\Sigma_{чорн}} = 192 \times 0,06 = 11,5 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma_{чист}} = 192 \times 0,04 = 8 \text{ мкм}.$$

Похибки установки на переході, що виконується, при обробці площин визначають за формулою [1-4]:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_z,$$

де  $\varepsilon_{\delta}$  - похибка базування;  $\varepsilon_z$  - похибка закріплення.

Тому, що при обробці вимагається витримати розмір „5”, заданий не від бази Д, то похибка базування згідно [3, т. 1, с. 45, табл. 18] дорівнює допускові на відстань (20 - 5 = 15 мм) від вимірювальної до технологічної бази, тобто згідно з ГОСТ 26645-85 для вилівка 9-го класу точності  $\varepsilon_{\delta,чорн} = 1400$  мкм. Похибка закріплення  $\varepsilon_{у,чорн} = 100$  мкм [1, с. 81].

У результаті:

$$\varepsilon_{z,чорн} = 1400 + 100 = 1500 \text{ мкм}; \varepsilon_{z,чист} = 0,05; \varepsilon_{у,чорн} = 0,05 \times 1500 = 75 \text{ мкм}.$$

Допуски на розміри литої заготовки, значення допусків і висот мікронерівностей, одержаних після механічної обробки, приведені в [1-4]. Отримані дані заносять до табл. 1. Згідно з методикою, наведеною в [1, 3, 4, 21], визначають значення припусків.

Одержані результати перевіряють з формулою:

$$T_{заг} - T_{дет} = Z_{зmax} - Z_{зmin},$$

де  $T_{заг}$ ,  $T_{дет}$  - допуски на заготовку і деталь; відповідно  $Z_{зmax}$ ,  $Z_{зmin}$  - максимальний і мінімальний загальний припуск. Підставивши числові значення, одержують

$T_{заг} - T_{дет} = 1400 - 84 = 1316$  мкм;  $Z_{зmax} - Z_{зmin} = 3,80 - 2,484 = 1,316$  мм. Тобто розрахунки вірні.

На рис. 2 зображено схему розміщення припусків на обробку площини В.

Таблиця 1

Технологічні переходи при обробленні площини В	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $Z_{imax}$ , мкм	Розрахунковий розмір $H_i$ , мкм	Допуск $T_i$ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мм	
	$R_a$	$h$	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon_y$				$H_{imin}$	$H_{imax}$	$Z_{imin}$	$Z_{imax}$
Заготовка (лиття в землю, 9-й клас точності)	500		192	-	-	24,394	1400	24,40	25,80	-	-
Фрезерування чорнове (12-й кв.)	100	100	11,5	1500	2192	22,202	210	22,20	22,41	2,20	3,39
Фрезерування чистове (10-й кв.)	10	15	8	75	286	21,916	84	21,916	22	0,284	0,41
									$Z_3$	2,484	3,80

### Розрахунок припуску на обробку поверхні В

З креслення вилівка (дод. 11) видно, що при заливанні металу у форму площа В буде займати бокове положення, тобто згідно з ГОСТ 26645-85 до розрахункового значення припуску не потрібно додатково добавляти шар металу (на відміну від поверхонь, які займають верхнє положення при заливанні металу у форму), щоб після механічної обробки на поверхні В не відкрилися газові раковини та інші дефекти. Остаточо приймаємо припуск на обробку поверхні В, що дорівнює 3,8 мм.

Аналіз складових елементів цього припуску показує, що його найбільшу частку складає похибка базування. Якби на кресленні деталі положення dna виїмки було задано не від поверхні В (розмір „5”), а від технологічної бази Д (був би розмір „15”), то це різко зменшило б припуск на обробку. Цей приклад показує, як невірно проставлений (і фактично не дуже важливий) розмір може вплинути на величину припуску.

## Розрахунок припуску на обробку отвору Ø 70H7(+0,030)

Необхідно також розрахувати припуск на чорнове і чистове розточування та кінцеве розвертання отвору Б Ø 70H7 при одному установі заготовки. Заготовку установлюють обробленою площиною В на пластині і двома отворами Ø 70H7 на циліндричній і зрізаний пальці (див рис. 1, г). При обробці необхідно забезпечити розмір  $100 \pm 0,05$  мм.

Для циліндричних внутрішніх поверхонь припуск визначають за формулою [1-4]:

$$Z_{i\min} = 2 \left[ (Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right].$$

У зведену табл. 2 записують послідовність виконання переходів, отриману точність і шорсткість обробленої поверхні, а також табличні значення  $R_z$  і  $h$ .

Сумарне значення  $R_z$  і  $h$  для виливків в земляні форми 9-го класу точності приймають 500 мкм [1, с. 65; 3, т. 1, с. 182, табл. 9; 4, с. 191].

Сумарне значення просторових відхилень для литих отворів визначають за формулою:

$$\Delta_{\Sigma \text{ заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{жол}}^2 + \Delta_{\text{зм}}^2}.$$

Жолоблення слід враховувати як у діаметральному, так і в осьовому перерізі отвору [1], тому:

$$\Delta_{\text{жол}} = \sqrt{(\Delta_{\text{п.жол}} d)^2 + (\Delta_{\text{п.жол}} L)^2} = \sqrt{(1 \times 70)^2 + (1 \times 80)^2} = 112 \text{ мкм}.$$

Зміщення оброблюваного отвору  $\Delta_{\text{зм}}$  необхідно визначити у вертикальній і горизонтальній площинах і воно повинне враховувати відхилення осі литого отвору Б відносно базової площини В у вертикальному напрямку і відносно базового отвору Ø 12H7 під циліндричний палець у горизонтальному напрямку:

$$\Delta_{\text{зм}} = \sqrt{\Delta_{\text{зм.в}}^2 + \Delta_{\text{зм.г}}^2},$$

де  $\Delta_{\text{зм.в}}$ ,  $\Delta_{\text{зм.г}}$  – зміщення у вертикальному і горизонтальному напрямках.

Якщо у вертикальній площині при фрезерування чистової бази В заготовка базувалась не на поверхні Д, а на литому отворі Б, то внаслідок принципу взаємозамінності баз при наступній механічній обробці отвору Б похибка через його зміщення відносно чистової бази В незначно впливала б на величину припуску.

Якщо ж, як і в прийнятій технології виготовлення кронштейна, при обробці отвору Б за технологічну базу використовують площину В (при її обробці заготовка базувалась на площині Д, а не на отворі Б), то зміщення у вертикальній площині (з урахуванням симетричного розміщення поля допуску на розмір елемента виливка) дорівнює половині поля допуску на відстань від литої поверхні Д до литого отвору Б. Тобто, згідно з ГОСТ 26645-85,  $\Delta_{\text{зм.в}} = T/2 = 2/2 = 1$  мм.



У зв'язку з тим, що при обробці базових отворів  $\varnothing 12H7$  заготовка базувалась на зовнішній циліндричній поверхні  $R 60$  мм, зміщення литого отвору Б в горизонтальній площині буде дорівнювати половині допуску на товщину стінки отвору (25 мм), тобто  $\Delta_{3M.B} = T/2 = 1,6/2 = 0,8$  мм.

У результаті  $\Delta_{3M} = \sqrt{1^2 + 0,8^2} = 1,2806$  мкм.

Відзначимо, що при розрахунку припусків було б помилкою приймати зміщення оброблюваного отвору за ГОСТ 26645-85 (див. розділ 1.5), яке причинене перекосом стержня, бо воно не враховує конкретної схеми базування.

Таким чином, сумарні просторові відхилення:

$$\Delta_{заг} = \sqrt{0,112^2 + 1,2806^2} = 1,2807 \text{ мм} = 1281 \text{ мкм}.$$

Величина просторових відхилень дуже швидко зменшується при механічній обробці. Згідно з [3, т. 1] отримуємо:

Таблиця 2

**Розрахунок припусків на обробку отвору  $\varnothing 70H7(+0,03)$**

Технологічні переходи при обробленні отвору $\varnothing 70H7$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $Z_i$ , мкм	Розрахунковий розмір $D_p$ , мкм	Допуск $T_i$ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мм	
	$Rz$	$h$	$\Delta_z$	$\varepsilon_y$				$D_{imin}$	$D_{imax}$	$Z_{imin}$	$Z_{imax}$
Заготовка (лиття в землю, 9-й клас точності)	500		1281	-	-	65,708	2200	63,51	65,71	-	-
Чорнове розточування (12-й квалітет, 100)	100	100	77	76	$2 \times 1783 = 3566$	69,274	300	68,97	69,27	3,56	5,46
Чистове розточування (10-й квалітет, 100)	25	25	51	4	$2 \times 277 = 554$	69,828	140	69,69	69,83	0,56	0,72
Остаточне Розвертання (7-й квалітет, $R_a 1,25$ )	5	5	-	-	$2 \times 101 = 202$	70,03	30	70,00	70,03	0,20	0,31
									$Z_3$	4,32	6,49

$$\Delta_{\Sigma_{чорн}} = K_{у.чорн} \Delta_{\Sigma_{заг}} = 0,06 \times 1281 = 77 \text{ мкм}.$$

$$\Delta_{\Sigma_{чист}} = K_{у.чист} \Delta_{\Sigma_{заг}} = 0,04 \times 1281 = 51 \text{ мкм}.$$

При обробці плаваючою розверткою просторові відхилення на припуск не впливають, тобто їх не враховують.

Похибка установки  $\varepsilon_y$  на переході, який виконується, характеризується зміщенням оброблюваної поверхні в тому чи іншому напрямку при базуванні і закріпленні деталі в пристрої. Вона визначається за формулою [1-4]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2},$$

де  $\varepsilon_{\delta}$ ,  $\varepsilon_3$  - відповідно похибка базування і закріплення.

Похибка базування в площині дотримання розміру  $100 \pm 0,05$  (вертикальній) відсутня, тому що вимірювальна і технологічна бази співпадають, тобто  $\varepsilon_{\delta.в} = 0$ .

Похибка базування виникає в горизонтальній площині в результаті перекошування заготовки через наявність зазорів між базовими отворами  $\varnothing 12H7 (+0,019)$  і установочними пальцями  $\varnothing 12f7 \begin{pmatrix} -0,016 \\ -0,033 \end{pmatrix}$ . Максимальний зазор між отворами і пальцями визначаємо за наступною формулою (рис. 3):

$$S_{\max} = T_{отв} + T_n + S_{\min} = 0,019 + 0,017 + 0,016 = 0,052 \text{ мм},$$

де  $T_{отв}$ ,  $T_n$  - допуск на розмір базового отвору і установочного пальця відповідно. Тоді найбільший кут повороту заготовки на пальцях може бути визначено із відношення величини зазору при повороті в одну сторону від середнього положення до відстані між базовими отворами:

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,052 / 160 = 0,0003.$$

Похибка базування отвору довжиною 88 мм у горизонтальній площині:

$$\varepsilon_{\delta.г.} = l \operatorname{tg} \alpha = 88 \times 0,0003 = 0,029 \text{ мм} = 29 \text{ мкм}.$$

Похибка закріплення [1, с. 82] при установці на опорні пластини в пристрої з пневмозатискачем  $\varepsilon_3 = 70 \text{ мкм}$ .

У даному випадку похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_{у.чорн} = \sqrt{\varepsilon_{\delta.г.}^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{29^2 + 70^2} = 76 \text{ мкм}.$$

При чистовому розточуванні в результаті уточнення форми отвору [1]:

$$\varepsilon_{у.чист} = \varepsilon_{у.чорн} \times 0,05 = 76 \times 0,05 = 4 \text{ мкм}.$$

Під час обробки плаваючою розверткою похибка установки на величину припуску не впливає, тобто її не враховують.

Одержані дані заносять в табл. 2, і, згідно з методикою, викладеною в [1, 3, 4], визначають припуски на обробку отвору  $\varnothing 70H7 (+0,03)$ . Перевіряють результати:

$$T_{заг} - T_{дет} = 2,200 - 0,030 = 2,17 \text{ мм}$$

$$Z_{3\max} - Z_{3\min} = 6,49 - 4,32 = 2,17 \text{ мм}.$$

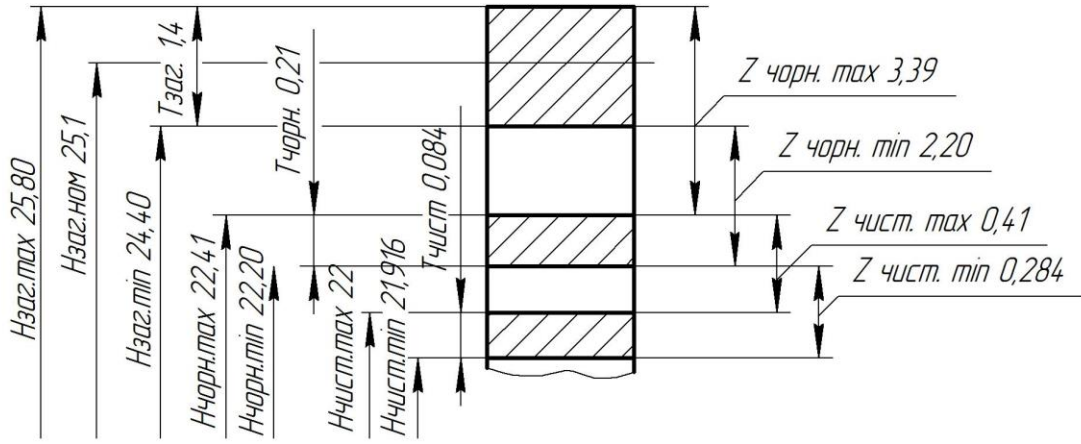


Рис.2 Схема розміщення припусків та допусків на обробку площини В

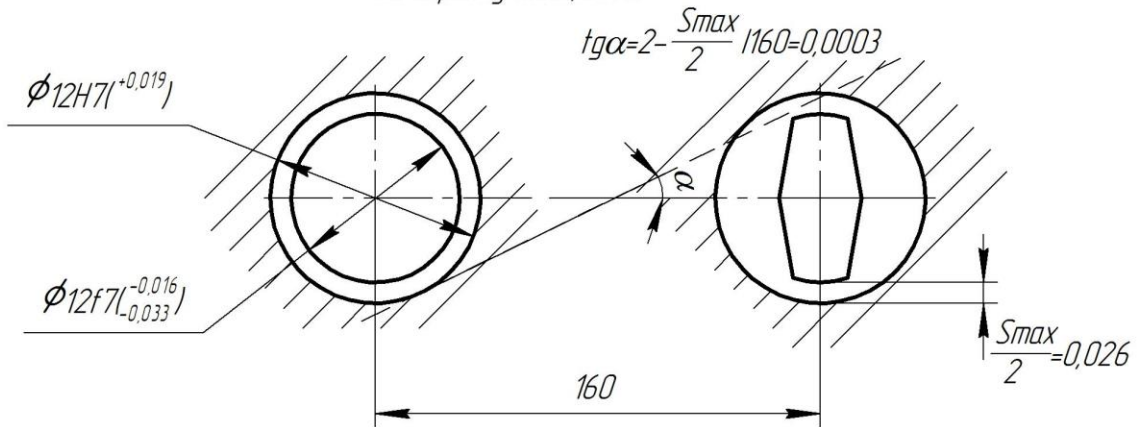


Рис.3. Схема для розрахунку похилки базування при обробці отвору Б

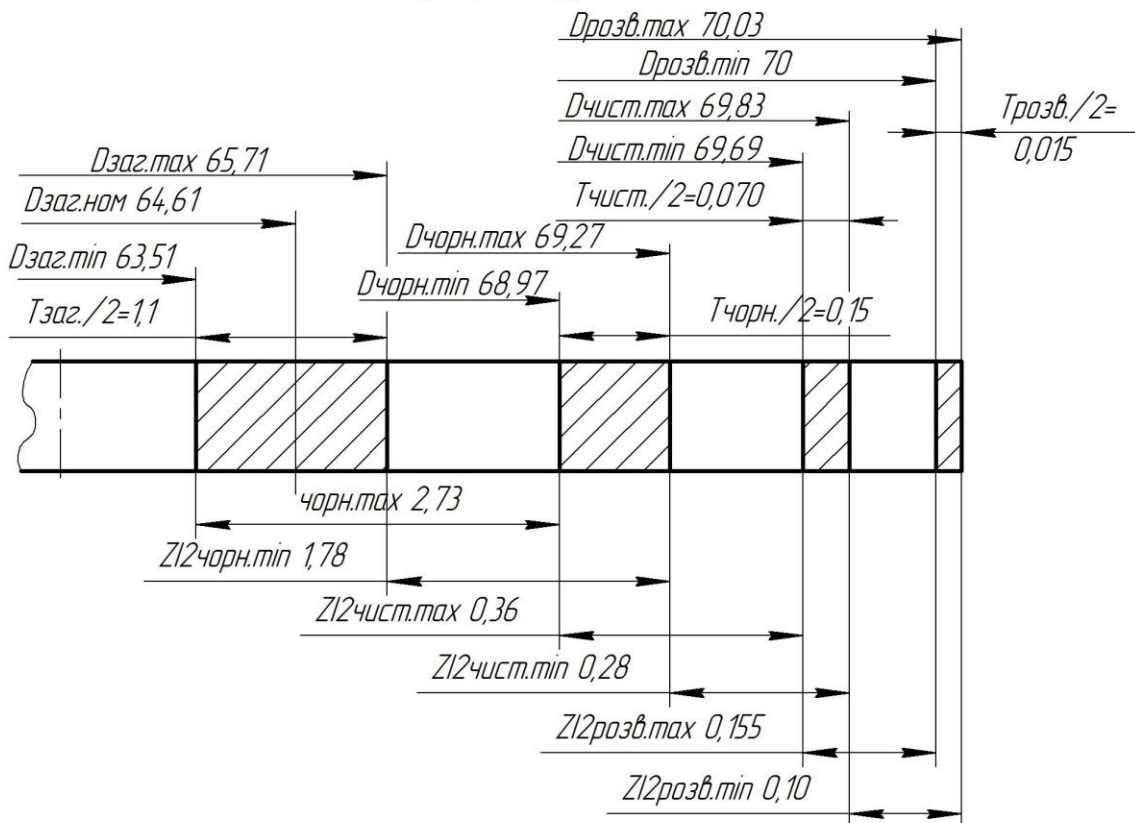


Рис.4. Схема розміщення припусків та допусків на обробку отвору А  $70H7(+0,030)$

Тобто розрахунки виконані правильно.

Остаточного приймаємо припуск на обробку отвору  $\varnothing 70H7$ , що дорівнює 6,5 мм. Схема розміщення розрахованих припусків на обробку отвору показана на рис. 4.

### 1.8.1.2. Визначення припусків аналоговим методом

Припуск на обробку торця Г, поверхні Д та допуски на розміри вилівка визначаємо за ГОСТ 26645-85 з урахуванням даних, наведених у розділі 1.5.

Припуск на обробку отвору  $\varnothing 17H14 (+0,430)$  свердлінням дорівнює половині оброблюваного діаметра і складає 8,715 мм. Його приймають для подальших розрахунків рівним 8,7 мм. Припуск на свердління і розвертання отвору  $\varnothing 12H7$  рекомендується підбирати по [11]. Загальний припуск складає 6,009 мм, його приймають 6 мм. Припуск на свердління отвору  $\varnothing 10,2$  мм під різьбу M12-7H дорівнює половині діаметра і складає 5,1 мм.

Таблиця 3.

#### Припуски на механічну обробку кронштейна

Оброблювана поверхня	Розмір деталі, мм	Припуск $Z_3$ , мм	Розмір заготовки з допуском, мм (ГОСТ 26645-85)
Площина В	20 (-0,52)	3,8	25,6( $\pm 0,8$ )
Отвір Б	70 (+0,030)	6,5	64( $\pm 1,1$ )
Торець Г	88 (-0,87)	2,0	90( $\pm 1,1$ )
Поверхня Д	20 (-0,52)	1,7	25,6( $\pm 0,8$ )
Отвір $\varnothing 17H14$	17 (+0,43)	8,7	-
Отвір $\varnothing 12H7$	12 (+0,018)	6,0	-
Отвір $\varnothing 10,2$	10,2	5,1	-

Остаточні прийняті значення припусків на механічну обробку поверхонь та відхилення розмірів вилівка наведені в табл. 3.

Керуючись даними табл. 3, рекомендаціями ГОСТ 3.1125-88, ГОСТ 3212-92 і [2; 3, т. 1], призначають формувальні уклони і радіуси заокруглень та остаточно формулюють креслення вилівка (дод. 11).

Враховуючи, що рекомендований припуск на розвертання при обробці отвору  $\varnothing 12H7$  складає 0,2-0,3 мм, уточнюють діаметр свердла для попереднього свердління в операції 15 і приймають  $\varnothing 11,8$  мм. [11].

## 1.8.2. Визначення режимів різання

### 1.8.2.1. Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом

#### Розрахунок режиму різання на фрезерування поверхні В

Необхідно розрахувати режим різання при чорновому фрезеруванні площини В.

Вихідні дані: оброблюваний матеріал – сірий чавун СЧ21; устаткування – вертикально-фрезерний верстат моделі 6М12П; інструмент – фреза торцева насадна Ø100 мм,  $Z = 8$  (ГОСТ 9473-80) із вставними ножами з пластинками із твердого сплаву ВК8; геометричні параметри різальної частини фрези [3, 23];  $\gamma = +5^\circ, \alpha = 7^\circ, \varphi = 45^\circ, \varphi_1 = 5^\circ, \lambda = 13^\circ$ ; довжина оброблюваної поверхні 192 мм, ширина – 88 мм.

Розрахунок режиму чорнового фрезерування виконують за методикою, наведеною в [3] або в [10].

Згідно [3] вибирають попередньо подачу на зуб

$$S_z = 0,20 \text{ мм/зуб, тобто } S_0 = S_z \times Z = 0,20 \times 8 = 1,6 \text{ мм/об.}$$

Призначають період стійкості фрези  $T = 180 \text{ хв.}$

Швидкість різання, яку допускає стійкість інструмента, розраховують за формулою [3]:

$$V_i = \frac{C_V D^{q_V}}{T^m t^{x_V} S^{y_V} B^{u_V} Z^{p_V}} K_V, \text{ м/хв.}$$

Для заданих умов:  $K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = (190/210) \times 0,85 \times 0,83 = 0,62$ .

Тоді:

$$V_i = \frac{445 \times 100^{0,2}}{180^{0,32} \times 3,4^{0,15} \times 0,20^{0,35} \times 88^{0,2} \times 8^0} \times 0,62 = 77,92 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя, яку допускає стійкість фрези:

$$n_i = \frac{1000 V_i}{\pi D} = \frac{1000 \times 77,92}{3,14 \times 100} = 248 \text{ об/хв.}$$

Окружна сила різання при фрезеруванні:

$$P_Z = \frac{C_P t^{X_P} S_z^{Y_P} B^{U_P} Z}{D^{Q_P} n^{\omega_P}} K_P, \text{ кгс}$$

Для даних умов:

$$P_Z = \frac{54,5 \times 3,6^{0,9} \times 0,20^{0,74} \times 88^{1,0} \times 8}{100^{1,0} \times 248^0} \times \left( \frac{210}{190} \right)^{1,0} = 408,2 \text{ кгс} \approx 4082 \text{ Н.}$$

Крутний момент на шпинделі верстата:

$$M = \frac{P_z D}{2 \times 1000} = \frac{408,2 \times 100}{2 \times 1000} = 20,41 \text{ кг см} = 204,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність різання на шпинделі верстата:

$$N = \frac{P_z V_i}{102 \times 60} = \frac{408,2 \times 7792}{102 \times 60} = 5,2 \text{ кВт}.$$

Тому, що розрахункова потужність менша від ефективної потужності верстата ( $N = 5,2 \text{ кВт} < N_e = 6 \text{ кВт}$ ), швидкість фрезерування буде обмежуватися лише стійкістю інструмента.

На верстаті є дві близькі частоти обертання шпинделя 200 та 250 об/хв, відмінні від розрахункової  $n_i = 248 \text{ об/хв}$ .

Відповідно до [10] умова вигідності роботи з найближчою більшою частотою обертання шпинделя записується так:  $1 > \varphi^{1-y}$ , де  $\varphi = n_{k+1}/n_k = 250/200 = 1,26$ ;  $1 = n_{opt}/n_k = 1,24$ ;  $Y_v = 0,35$  ( $Y_v$  - показник при  $S$  у формулі швидкості різання). В даному випадку  $1,26^{0,65} = 1,162$ , тобто ця умова витримується і остаточно приймають  $n_\phi = 250 \text{ об/хв}$ .

Фактична швидкість фрезерування:

$$V_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \times 100 \times 250}{1000} = 78,5 \text{ м/хв}.$$

Розрахункове значення хвилинної подачі стола з заготовкою

$$S_{xв} = S_0 n_\phi = 1,6 \times 250 = 400 \text{ мм/хв}.$$

Таке значення подачі є на верстаті.

Деяке відхилення фактичної швидкості різання від розрахункової мало впливає на колову силу фрезерування  $P_z$ , тому остаточно режим чорнового фрезерування поверхні В такий:  $t = 3,6 \text{ мм}$ ;  $S_z = 0,20 \text{ мм/зуб}$ ;  $S_0 = 1,6 \text{ мм/об}$ ;  $S_{xв} = 400 \text{ мм/хв}$ ;  $n_\phi = 250 \text{ об/хв}$ ;  $V_\phi = 78,5 \text{ м/хв}$ ;  $P_z = 4082 \text{ Н}$ .

### Розрахунок режиму для свердління отвору Ø 17 мм

Вихідні дані: оброблюваний матеріал – сірий чавун СЧ21; устаткування – радіально-свердлильний верстат моделі 2Н53; інструмент – свердло спіральне Ø 17мм з різальною частиною із швидкорізальної сталі Р6М5; форма заточки свердла – Н (нормальна, одинарна) [11].

Режим свердління розраховують за методикою, наведеною в [2] або [11]. Глибина різання при свердлінні  $t = D/2 = 8,5 \text{ мм}$ . З рекомендованих подач [3] призначають наявну на верстаті  $S_0 = 0,45 \text{ мм/об}$ . Відповідно до [11] приймають період стійкості свердла  $T = 60 \text{ хв}$ .

Швидкість різання, яка допускається стійкістю інструмента, визначається за формулою:

$$V_i = \frac{C_v D^{Q_v}}{T^M t^{X_v} S^{Y_v}} K_v, \text{ м/хв.}$$

Для даних умов:  $K_v = K_{mv} K_{jv} K_{iv} = (190/210)^{1,3} \times 1 \times 1 = 0,88$ .

Тоді:

$$V_i = \frac{17,1 \times 17^{0,25}}{60^{0,125} \times 8,5^0 \times 0,45^{0,4}} \times 0,88 = 25,2 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя, яка допускається стійкістю свердла:

$$n_i = \frac{1000 V_i}{\pi D} = \frac{1000 \times 25,2}{3,14 \times 17} = 472 \text{ об/хв.}$$

На верстаті підбирають найближчу частоту обертання  $n_\phi = 500 \text{ об/хв.}$

Фактична швидкість різання.

$$V_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \times 17 \times 500}{1000} = 26,7 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент і осьову силу визначають за формулами:

$$M = C_m D^{Q_m} S^{Y_m} K_p = 0,021 \times 17^{2,0} \times 0,45^{0,8} \times (210/190)^{0,6} = 3,40 \text{ кгсм} = 34 \text{ Нм},$$

$$P_0 = C_p D^{Q_p} S^{Y_p} K_p = 42,7 \times 17^{1,0} \times 0,45^{0,8} \times (210/190)^{0,6} = 407 \text{ кгсм} = 4070 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{M n}{975} = \frac{3,40 \times 500}{975} = 1,74 \text{ кВт},$$

що менше потужності на шпинделі верстата.

Остаточно для свердління отвору  $\varnothing 17$  мм приймають:  $t = 8,5 \text{ мм}$ ;  $S_0 = 0,45 \text{ мм/об}$ ;  $S_{xv} = 225 \text{ мм/хв}$ ;  $n_\phi = 500 \text{ об/хв}$ ;  $V_\phi = 26,7 \text{ м/хв}$ ;  $N = 1,74 \text{ кВт}$ .

### Розрахунок режиму різання при чорновому розточуванні отвору Б

Вихідні дані: оброблюваний матеріал – сірий чавун СЧ21; устаткування – токарно-револьверний верстат моделі 1365 з вертикальною віссю обертання револьверної головки; інструмент – розточувальний різець, заточений по формі П [10] з пластиною із твердого сплаву ВК8; геометричні параметри різальної частини різця [10]:  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\varphi_1 = 10^\circ$ ,  $\gamma = 12^\circ$ ,  $\gamma_\phi = 4^\circ$ ,  $\alpha = 8^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $f = 0,4 \text{ мм}$ ,  $r = 1 \text{ мм}$  (рис. 5); державка різця циліндрична діаметром 38 мм; виліт державки - 110 мм; діаметр оброблюваного отвору - 64 мм і довжина - 88 мм.

Розрахунок режиму різання виконують за методикою, наведеною в [3], або в [10]. Відповідно до табл. 2, та виходячи з рекомендацій [15], весь припуск на сторону розділяємо по переходах так:  $t_{чорн} = 2,7 \text{ мм}$ ;  $t_{чист} = 0,45 \text{ мм}$ ;  $t_{розв} = 0,10 \text{ мм}$ . Згідно з [3] призначають з наявних на верстаті подачу  $S_0 = 0,47 \text{ мм/об}$ .

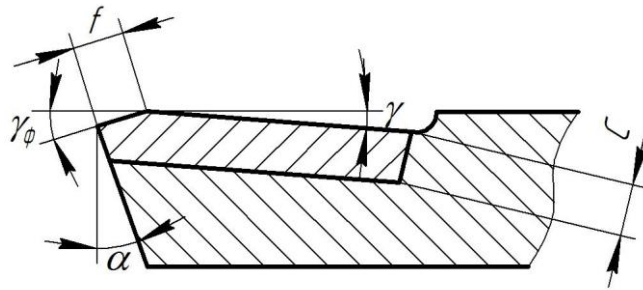


Рис.5. Геометрія  
різальної частини

Вибирають період стійкості різця [3; 10]  $T = 60 \text{ хв}$  і визначають швидкість різання за формулою [3] (при розточуванні вводять коефіцієнт 0,9):

$$V_i = \frac{0,9C_v}{T^M t^{X_v} S^{Y_v}} K_v, \text{ м/хв},$$

де  $K_v = K_{mv} K_{nv} K_{\phi v} K_{\gamma v} K_{rv} K_{qv} K_{ov} = (190/210)^{1,25} \times 0,85 \times 0,83 \times 0,9 \times 1 = 0,56$ .

Для даних умов ( $K_{\phi v}$ ,  $K_{rv}$  та  $K_{qv}$  не враховуються).

Тоді:

$$V_i = \frac{0,9 \times 243}{60^{0,2} \times 2,7^{0,15} \times 0,47^{0,4}} \times 0,56 = 63,3 \text{ м/хв}.$$

Розрахункове значення частоти обертання шпинделя, яке допускається стійкістю різця:

$$n_i = \frac{1000V_i}{\pi D} = \frac{1000 \times 63,3}{3,14 \times 69,2} = 291,3 \text{ об/хв}.$$

З найближчих, наявних на верстаті, призначають  $n_{\phi} = 273 \text{ об/хв}$ .

Тоді:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \times 69,2 \times 273}{1000} = 59,3 \text{ м/хв}.$$

$$S_{xв} = 273 \times 0,47 = 128,3 \text{ мм/хв}.$$

Головна складова сили різання  $P_z$ , яка визначає потужність, що витрачається на обробку [3]:

$$P_z = C_p t^{X_{pz}} S^{Y_{pz}} V^{n_{pz}} K_{pz}, \text{ кГс}$$

Для даних умов:

$$P_z = 92 \times 2,7^{1,0} \times 0,47^{0,75} \times 59,3^0 \times (210/190)^{0,4} \times 0,94 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,93 = 123,5 \text{ кГс} = 1235 \text{ Н}.$$

Потужність, яка витрачається на розточування:



$$N = \frac{P_z V}{102 \times 60} = \frac{123,5 \times 59,3}{102 \times 60} = 1,20 \text{ кВт.}$$

Оскільки ця потужність значно менша від ефективної потужності верстата, швидкість обмежується тільки економічною стійкістю інструмента.

На основі виконаних розрахунків остаточно приймають режим різання при чорновому розточуванні отвору Б:  $t = 2,7 \text{ мм}$ ;  $S_0 = 0,47 \text{ мм/об}$ ;  $S_{xв} = 128,3 \text{ мм/хв}$ ;  $n_{\phi} = 273 \text{ об/хв}$ ;  $V_{\phi} = 59,3 \text{ м/хв}$ ;  $P_z = 1235 \text{ Н}$ .

### 1.8.2.2. Визначення режимів різання аналоговим методом

Режим різання за таблицями визначають у наступній послідовності [5; 6; 8]: підбирають інструмент і матеріал його різальної частини; з технологічних міркувань вибирають глибину різання  $t$ , мм; орієнтуючись на табличні значення, визначають найближчу із наявних на верстаті подачу  $S_0$  мм за оберт заготовки або інструмента, чи  $S_z$  мм на зуб; за таблицями підбирають рекомендовану швидкість різання, за нею розраховують частоту обертання шпинделя верстата і, виходячи з наявних на верстаті, призначають найближчу за значенням  $n_{\phi}$ ; виходячи з  $n_{\phi}$  визначають  $V_{\phi}$  і  $S_{xв}$ .

Результати розрахунків і підбору режимів різання занесено до табл. 4.

### 1.8.3. Визначення норм часу

Відповідно до [6, с. 23] норму штучно-калькуляційного часу, що витрачається на виконання операції в серійному виробництві, розраховують за формулою:

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з}}{n} = T_o + T_{\delta} + T_{обс} + T_{вл} + \frac{T_{н.з}}{n}, \text{ хв},$$

де  $T_{ш}$  - норма штучного часу, хв;  $T_{н.з}$  - норма підготовчо-заключного часу на обробку партії заготовок, хв;  $n$  - кількість заготовок в партії, шт;  $T_o$ ,  $T_{\delta}$  - відповідно основний і допоміжний час, хв;  $T_{обс}$  - час на обслуговування робочого місця, хв;  $T_{вл}$  - власний час перерви на особисті потреби, хв.

Основний час для виконання одного переходу визначають за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S} = \frac{l + l_{вр} + l_{пер}}{S_0 \times n},$$

де  $L$  - розрахункова довжина обробки, тобто загальна довжина робочого ходу інструмента, яка складається з довжини оброблюваної поверхні  $l$ , довжини врізання  $l_{вр}$  і довжини перебігу  $l_{пер}$  інструмента, мм. Значення  $l_{вр}$  та  $l_{пер}$  підбирають за [13, с. 465-582] або [6; 8; 9].

Норма допоміжного часу  $T_o$ , що витрачається на дії верстатника, які забезпечують безпосереднє виконання основної технологічної роботи, визначається за [6; 8; 9].

Величини  $T_{обс}$  та  $T_{вл}$  приймають у процентах від оперативного ( $T_{оп} = T_o + T_o$ ) часу згідно з рекомендаціями [6; 8; 9], а величину  $T_{пз}$  визначають за нормативами [6; 8; 9].

### **Розрахунок норми часу на чорнове та чистове фрезерування площини В**

Вихідні дані: режими різання (табл. 4.); устаткування – вертикально-фрезерний верстат моделі 6М12Н; пристрій – одномісний з гідрозатискачем; інструмент – торцева фреза  $\varnothing 100$  мм; ширина фрезерування - 88 мм, довжина – 192 мм.

Відповідно до [13, с. 470] маємо:

$$T_{o \text{ чорн}} = (192 + 26,25 + 3,0) / 400 = 0,55 \text{ хв},$$

$$T_{o \text{ чист}} = (192 + 100) / 250 = 1,17 \text{ хв}.$$

Для визначення  $T_d$  виписують усі допоміжні роботи, які проводяться при виконанні операції 005, і, згідно з [9], знаходять час, що витрачається на них (табл. 5.).

Згідно з [9, с. 110], час на обслуговування робочого місця  $T_{обс} = 3,5 \% T_{оп}$  і згідно з [9, с. 203],  $T_{вл} = 6\% T_{оп}$ .

Підготовчо-заклучний час на партію заготовок [9, с. 110] складає 23 хв. В результаті норма штучно-калькуляційного часу, який витрачається на виконання операції 005, складає:

$$T_{ш.к} = (1,72 + 1,16) \times \left( 1 + \frac{3,5 + 6}{100} \right) + \frac{23}{200} = 3,27 \text{ хв}.$$

Аналогічно визначають норми часу на виконання решти операцій і результати розрахунків заносять до табл. 4.

Розроблений маршрутний та операційний технологічні процеси оформлюють згідно з ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1129-93 та ГОСТ 3.1130-93 і розташовують у розділі додатків. Заповнюють маршрутну карту (МК), операційні карти (ОК) та карти ескізів (КЕ) (див. дод. 12), використовуючи [17; 24]. Правила запису операцій і переходів, коди устаткування та інструментів викладені в ГОСТ 3.1702-79 і [17; 24].

Креслярський аркуш № 1 „Графічне зображення технологічного процесу” розділений на чотири квадранти, які приведені в дод. 13.

### Результати розрахунку режимів різання і норм часу

Таблиця 4

Номер	Найменування операцій та застосоване устаткування	Найменування переходу	Інструмент	Кількість переходів	t, мм	Подача			V <sub>розр</sub> або V <sub>таб.</sub> м/хв	n <sub>ф</sub> , 1/хв	V, м/хв	D обр обк и, мм	Довжина обробки, мм				Час, хв										
						S <sub>z</sub> , мм/зуб	S <sub>o</sub> , мм/об	S <sub>хв</sub> мм/хв					L	T <sub>o</sub>	T <sub>g</sub>	T <sub>абс</sub> + T <sub>вл</sub>	T <sub>ш</sub>	T <sub>шк</sub>	L	l <sub>еп</sub>	l <sub>неп</sub>	L	T <sub>o</sub>	T <sub>g</sub>	T <sub>абс</sub> + T <sub>вл</sub>	T <sub>ш</sub>	T <sub>шк</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21							
005	Вертикально-фрезерна. Вертикально-фрезерний верстат 6М12	Чорнове фрезерування пов. В	Торцев фреза Ø100, ВК8	1	3,4	0,20	1,6	400	77,92	250	78,5	100	192	26,25	3,0	221,2	0,55	1,16	0,27	3,15	3,27						
		Чистове фрезерування пов. В	-	1	0,4	-	0,5	250	158	500	157	100	192	100	292	1,17											
010	Вертикально-фрезерна. Вертикально-фрезерний верстат 6М12П	Одноразове фрезерування двох частин пов. Д	Торцев фреза Ø80, ВК8	2	1,7	0,20	1,6	800	141	500	125,7	80	88	49	137	2 x 0,17											
015	Радіально-свердлильна. Радіально-свердлильний верстат 2Н53	Свердління отвору Ø17	Свердло Ø17, Р6М5	4	8,5	-	0,45	225	25,2	500	26,7	17	20	5,6	2,0	27,6	4 x 0,12										
		Свердління отвору Ø11,8	Свердло Ø11,8, Р6М5	2	5,9	-	0,31	195	24,4	630	23,3	11,8	20	3,1	1,5	24,6	2 x 0,13										
		Розвертування отвору Ø12Н7	Розвер Ø12Н7, Р6М5	2	0,1	-	1,25	250	8,0	200	7,5	12,0	20	18	38	2 x 0,15											
020	Токарно-револьверна. Токарно-револьверний верстат 1365	Одноразова підрізка торця Г	Різець підрізн, ВКВ	1	2,0	-	0,24	65,5	100	273	102,9	120	28	3,5	31,5	0,48											
		Чорнове розточування отвору Б	Розточ різець, ВКВ	1	2,7	-	0,47	128	63,3	273	59,3	69,2	88	30	91	0,71											
		Чистове розточування отвору Б	Розточ різець, ВКЗМ	1	0,45	-	0,12	90	163,4	750	162	69,8	88	1,6	89,6	0,99											
		Розвертування отвору Б	Розвертк Ø70Н7, ВКВ	1	0,1	-	2,7	737	60	273	60	70	88	20	108	0,15											

## Складові допоміжного часу на операцію 005

Дії верстатника	Норма часу, хв
Очистити пристрій від стружки (щіткою)	0,09
Установити заготовку і зняти (вручну)	0,15
Закріпити та відкріпити заготовку	$0,042 \times 0,30 = 0,60$
Допоміжний час, що зв'язаний з виконанням двох переходів:	
зміна частоти обертання шпинделя	$2 \times 0,07 = 0,14$
зміна подачі	$2 \times 0,07 = 0,14$
Усього:	$T_d = 1,16$

## 2.

## 2. Конструкторський розділ

## 2.1. Проектування принципової схеми пристрою

## Пристрій для фрезерування площини В

Розробимо пристрій для фрезерування площини В за допомогою літературних першоджерел [7; 14; 18; 19; 22].

Відповідно до розробленого технологічного процесу, заготовку встановлюють необробленою площиною Е на три сферичні постійні точкові опори, а необробленою площиною Д - на дві такі ж опори (поз. 16, дод. 14). Функцію опорної бази виконує опора 17. Таким чином, заготовка при базуванні втрачає усі шість ступенів свободи.

Закріплюють заготовку з боку площини Г таким чином, щоб притиснути її до опор, які контактують з площиною Е, а також з площиною Д. Для цього на чеці 8 передбачають фаску, яка взаємодіє із заготовкою на периферії площини Г. Оскільки площина Г не оброблена, другу опорну поверхню чеки виконують сферичною. Заготовку закріплюють за допомогою гідроциліндра з діаметром поршня 50 мм і діаметром штока 25 мм, який через гайку зв'язують з чекою 8. Для налагоджування вихідного положення фрези на заданий розмір обробки, передбачають установ 14, який розміщений нижче рівня обробленої площини на 5 мм.

Пов'язують опори та інші деталі з корпусом пристрою; проектують елементи корпусу, за допомогою яких пристрій буде збазовано (пальці 15) та закріплено (пази для кріпильних болтів) на столі вертикально-фрезерного верстата моделі 6М12П.

Аналіз розробленої конструкції показує, що необхідно виконати перевірочний розрахунок, який підтвердить, що при „човниковому” чорновому і чистовому фрезеруванні, колова сила фрезерування  $P_z$  не буде

відривати заготовку від однієї з опор у площині В (дод. 14), а сила подачі  $P_x$  - від опори 17.

Схему сил, які діють на заготовку при найбільш несприятливих умовах, показано на рис. 6.

### **Кондуктор для свердління отворів**

Розробимо кондуктор для свердління чотирьох отворів  $\varnothing 17$  мм, свердління двох отворів  $\varnothing 11,8$  мм та подальшого їх розвертання до  $\varnothing 12H7$  (дод. 15).

Відповідно до розробленого технологічного процесу, заготовку установлюють необробленою циліндричною поверхнею  $\varnothing 120$  мм у короткій призмі 31, яка використовується для центрування заготовки. Далі оброблену поверхню В заготовки вводять у контакт з трьома опорами 7 і притискають її поверхнею Е до двох жорстких опор 26.

Таке базування аналогічне установленню заготовки обробленою установочною базою В на три точки, необробленою направляючою базою Е – на дві точки і центруванню заготовки у поперечному напрямі за допомогою призми, яка підводиться і реалізує одну точку (опорна база).

Оскільки сили різання при свердлінні значно менші від сил різання при фрезеруванні, у даному випадку доцільно використати пневмоциліндр або пневмокамеру. Зупинимося на пневмокамері, яка більш проста у виготовленні та експлуатації. Розміщують її зі сторони поверхні Е заготовки, пропускають шток 2 пневмокамери через отвір у корпусі 1 і виводять різьбовий кінець штока крізь отвір Б заготовки таким чином, щоб установити швидкознімну шайбу 29 та гайки 10 і 20 з боку поверхні Г. Для збільшення стійкості і жорсткості штока 2, передбачають втулку 9, закріплену в корпусі 1. Пов'язують розроблені елементи пристрою з корпусом 1.

Схема сил, які діють на заготовку при її закріпленні та обробці в кондукторі, показана на рис. 7 (сили тертя на схемі не показані).

## **2.2. Розрахунок сил закріплення та розмірів приводу**

### **Пристрій для фрезерування площини В**

З наведених раніше розрахунків відомо, що при чорновому фрезеруванні площини В головна складова сили різання  $P_z = 4082$  Н. Для звичайних умов різання відомо, що  $P_x = 0,25 P_z = 1020$  Н.

Для визначення зусилля затискання Q, виходячи з умов нерозкриття контакту в точці С, записують рівняння рівноваги заготовки. При цьому враховують, що сила  $P_z$  намагається відірвати заготовку від опори (див. рис. 6), а сила затиску Q та сила  $P_x$  - перешкоджає цьому.

Сума моментів відносно точки В:

$$M_e = P_z BL - P_x LD - Q^1 KB = 0,$$

звідки:

$$Q^1 = \frac{P_z BL - P_x LD}{KB} = \frac{4082 \times 156 - 1020 \times 42}{78} = 7610 \text{ Н}.$$

З іншого боку, для запобігання зсуву заготовки під дією сили  $P_x$  і нерозкриття стику в точці А, повинна виконуватися умова [14; с. 38]:

$$P_x - (Q^{11} - P_z) f_1 - Q^{11} f_2 = 0, \text{ звідки } Q^{11} = \frac{P_x + P_z f_1}{f_1 + f_2}.$$

Для спрощення розрахунків приймають  $f_1 = f_2 = 0,15$  [7].

Тоді:

$$Q^{11} = \frac{1020 + 4082 \times 0,15}{0,15 + 0,15} = 5440 \text{ Н}.$$

Із розрахунків випливає, що мінімальна сила затискання (без урахування коефіцієнта запасу, мінімальне значення якого може дорівнювати 1,5)  $Q = 7610 \text{ Н}$ .

Тягове зусилля, яке розвиває прийнятий гідроциліндр, визначають за формулою [7, с. 209].

$$Q_u = \frac{\pi p}{4} (D^2 - d^2) - (T_n - T_u),$$

де  $p = 8 \text{ МПа} = 80 \text{ кгс/см}^2$  - робочий тиск масла;  $D, d$  - діаметри відповідно циліндра і штока, см;  $T_n$  і  $T_u$  - сила тертя ущільнюючих кілець на поршні і штоку [7, с. 209].

$$\text{Для даних умов: } Q_u = \frac{3,14 \times 80}{4} (5^2 - 2,5^2) - (6,2 - 15) = 1156 \text{ кгс} = 11560 \text{ Н}.$$

Тобто коефіцієнт запасу  $K = 11560 / 7610 = 1,52$ .

Необхідно також врахувати, що в результаті наявності скосу на чеці, заготовка буде притискатися поверхнею Д (див. дод. 10) до двох точкових опор (вплив сил тертя, які виникають у цих опорах, для спрощення не враховували) і фактичний коефіцієнт запасу буде вищий.

Для забезпечення міцності перевіряють, яке напруження розтягування зазнає кінець штока діаметром 16 мм:

$$\sigma = \frac{Q_\phi}{F} = \frac{4Q_u}{\pi D^2} = \frac{4 \times 11560}{3,14 \times 16^2} = 57,5 \text{ Н/мм}^2.$$

Це напруження у багато разів менше допустимого для сталі. Розрахунок показує, що штовхаюче зусилля гідроциліндра складає 15490 Н, тому що робоча площа гідроциліндра у цьому випадку  $P = \pi D^2 / 4$ . Тобто цю площу доцільно використовувати для закріплення заготовки, а не для її розкріплення. Але у цьому випадку значно ускладнюється конструкція пристрою.

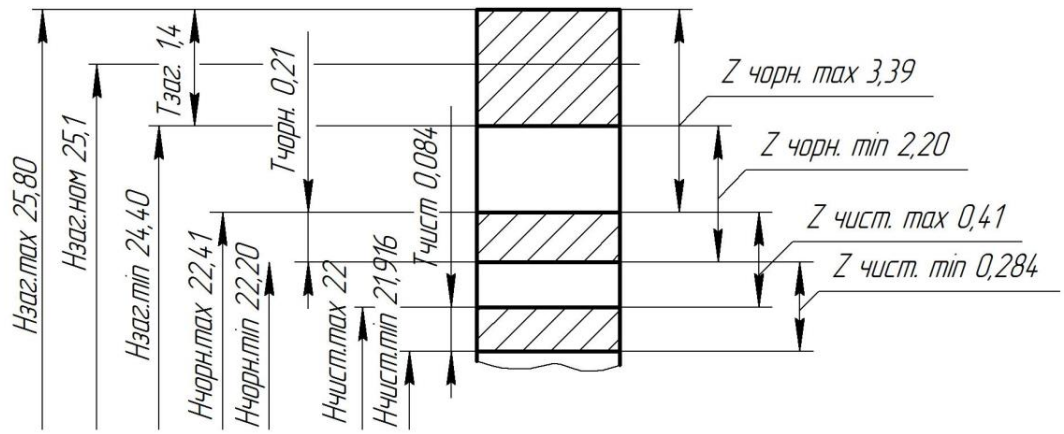


Рис.2 Схема розміщення припусків та допусків на обробку площини В

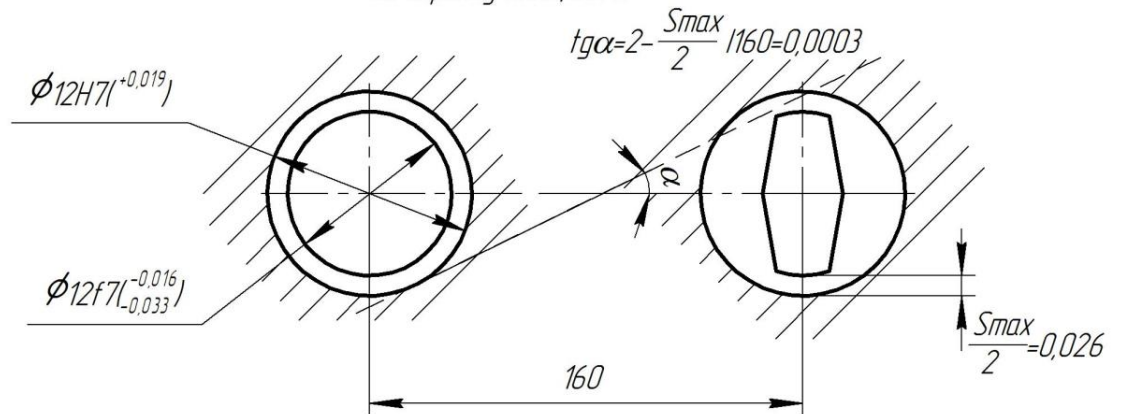


Рис.3. Схема для розрахунку похилок базування при обробці отвору Б

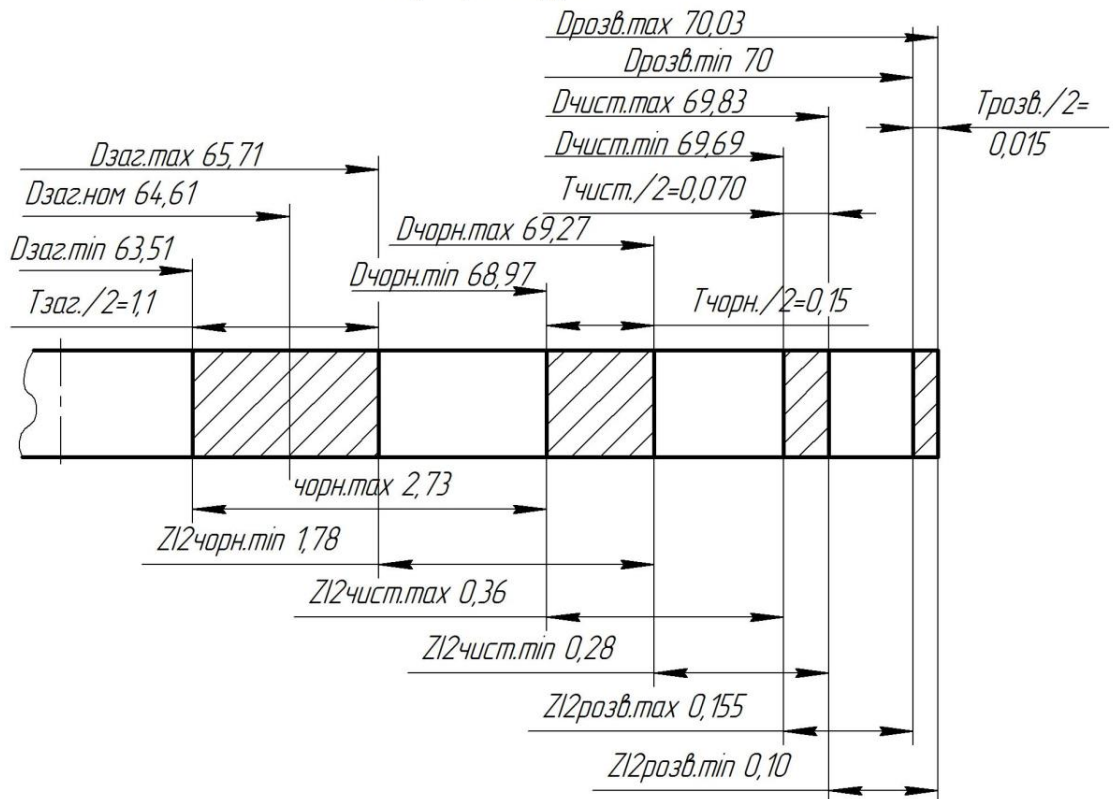


Рис.4. Схема розміщення припусків та допусків на обробку отвору А 70H7(+0,030)

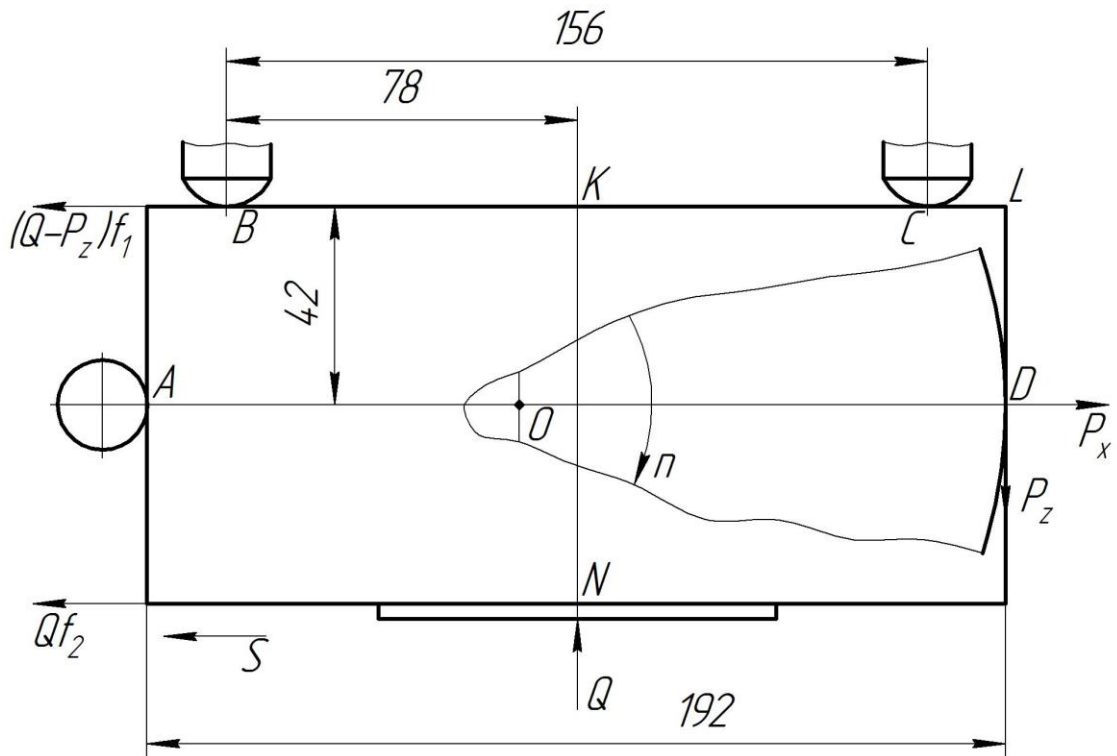


Рис.6. Схема до розрахунку сили затиску заготовки при фрезеруванні площини

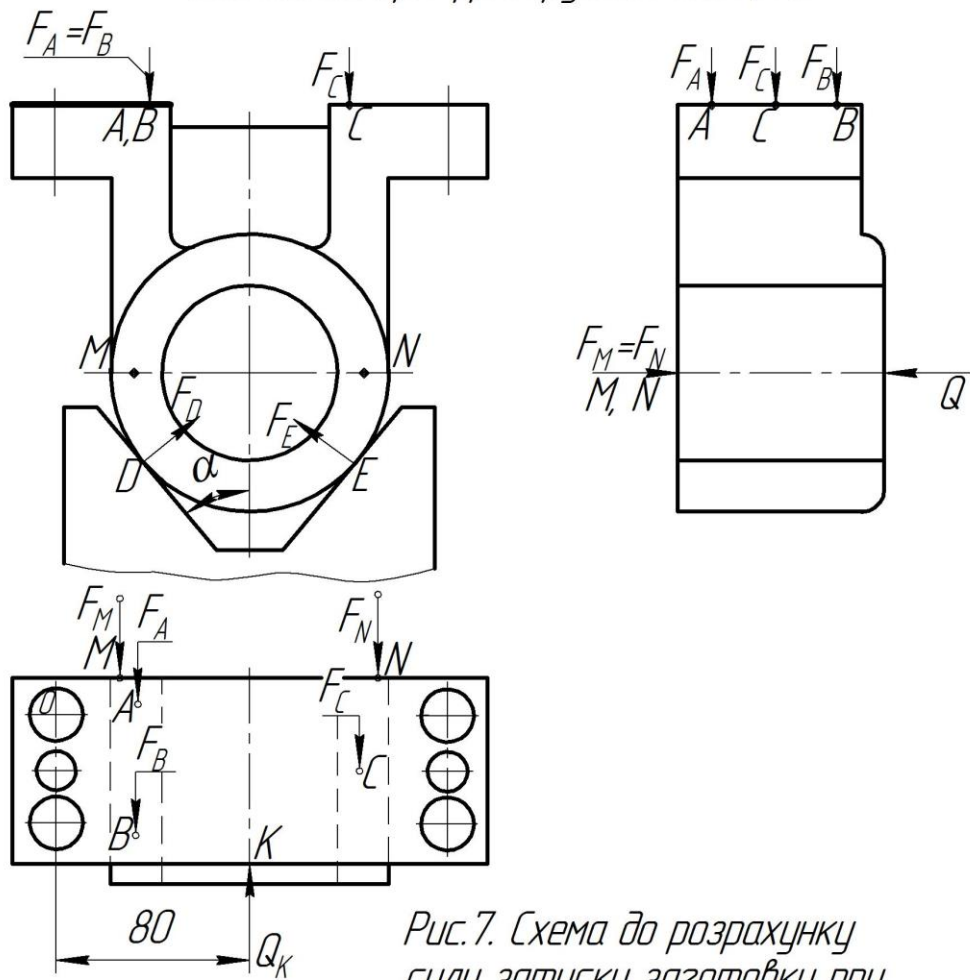


Рис.7. Схема до розрахунку сили затиску заготовки при свердлінні отворів



## Кондуктор для свердління отворів

Розраховують сили закріплення і розміри пневмокамери кондуктора для свердління отворів.

Визначають зусилля закріплення заготовки за допомогою рукоятки 28 (дод. 15), яка обертає гвинт М16 з кроком різьби  $t = 2\text{мм}$ .

Відповідно до [14, с. 43], при використанні ручних затискачів зусилля руки верстатника не повинно перевищувати  $P = 150\text{Н}$ . Враховуючи середній радіус рукоятки 28, максимальний крутний момент при обертанні рукоятки складає:

$$M = FR_{cep} = 150 \times \frac{50 + 25}{2} = 5620\text{Н} \cdot \text{мм}.$$

Згідно з [7], повний момент, що прикладається до гвинта і необхідний для передачі заданої сили  $Q$ , для гвинта з плоским кільцевим торцем:

$$M_{об} = M_p + M_{T_1} = Q \left[ \frac{d_{cep}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f \right],$$

де  $M_p$  - момент, що прикладений до гвинта;  $M_{T_1}$  - момент, який переборює силу тертя на торці;  $d_{cep}$  - середній діаметр різьби;  $\operatorname{tg} \varphi_{np}$  - приведений коефіцієнт тертя для заданого профілю різьби;  $\alpha$  - кут підйому різьби;  $R$  і  $r$  - радіуси, відповідно, зовнішнього і внутрішнього кола торця і гвинта.

У даному випадку функцію торця гвинта виконує терець рукоятки 28 (див. дод. 15) з  $R = 12,5\text{мм}$  і  $r = 9\text{мм}$ .

Тому, що необхідно розв'язати зворотну задачу, тобто при відомому  $M_{об}$  визначити  $Q$ , то, використовуючи рекомендації, наведені в [7], одержують (для  $f = 0,1$ ):

$$Q = \frac{5620}{\frac{14,7}{2} \times 0,1444 + \frac{2}{3} \times \frac{12,5^3 - 9^3}{12,5^2 - 9^2} \times 0,1} = 2620\text{ Н}.$$

Тобто кожний із трьох підводимих пальців 7 буде діяти на заготовку з силою  $Q = 2620/3 = 870\text{Н}$ .

Далі розраховують розміри пневмокамери, користуючись рис. 7. Від дії сили  $Q$  ручного затискача в точках Д і Е контакту заготовки з призмою виникають реакції  $F_d$  і  $F_e$ :

$$F_d = F_e = \frac{Q}{2 \sin \alpha} = \frac{2620}{2 \times 0,71} = 1840\text{ Н}.$$

Щоб пневмокамера притиснула заготовку, яка попередньо закріплена ручним затискачем, до опор М і N, вона повинна розвивати зусилля:

$$Q_k = Qf_1 + f_2(F_d + F_e) = 2620 \times 0,1 \times 0,15 \times 2 \times 1840 = 814\text{Н}.$$

Для того, щоб при свердлінні отвору  $\varnothing 17$  мм з центром у точці О в результаті дії  $M = 34 \text{ Н} \cdot \text{м} = 34000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$  не розкрився стик у точці К, необхідно витримати умову  $Q_K \times 80 = 34000$  (дією сил тертя при попередньому розрахунку нехтують), звідки:

$$Q_K = \frac{34000}{80} = 425 \text{ Н} .$$

Попередні розрахунки показують, що з урахуванням коефіцієнта запасу  $K = 1,5$  [14], зусилля затискання заготовки пружинами пневмокамери складе:

$$Q_K = 1,5 \times 814 = 1220 \text{ Н} .$$

За ГОСТ 13768-86 підбираємо дві пружини № 101 (діаметр дроту  $d = 5,0$  мм, зовнішній діаметр  $D = 32$  мм, зусилля затискання  $P_{\text{макс}} = 800$  Н) і № 80 (діаметр дроту  $d = 5,5$  мм, зовнішній діаметр  $D = 55$  мм, зусилля затискання  $P_{\text{макс}} = 600$  Н). Сумарна сила, яка закріплює заготовку:

$$Q_K = 800 + 600 = 1400 \text{ Н} .$$

Точність міжцентрових відстаней між осями отворів забезпечується за допомогою кондукторних втулок, які направляють інструмент при свердлінні. Зусилля відтискання, що розвивається пневмокамерою, визначають за формулою [7]:

$$Q_g = 0,2(D + d)^2 p - q = 0,2(15 + 8,8)^2 \times 4 - 140 - 313 \text{ кгс} = 3130 \text{ Н} ,$$

де  $D$  – робочий діаметр діафрагми, см;  $d$  – діаметр диска штока, см;  $p$  – тиск стисненого повітря, кгс/см<sup>2</sup>;  $q$  – сума опорів пружин, кгс.

У спроектованому кондукторі, при необхідності збільшення сили затискання, можна було застосувати пневмокамеру двосторонньої дії, але габарити цих пневмокамер за шириною в 1,35-1,45 рази більші від пневмокамер односторонньої дії.

Конструкції спроектованих пристроїв і специфікацій наведені в дод. 14-17.

### 2.3. Опис конструкції і принципу роботи пристрою

#### Пристрій для фрезерування площини В

Пристрій (див. дод. 14) для фрезерування площини В працює таким чином. У вихідному положенні чека 8 знята, шток 3 гідроциліндра знаходиться в крайньому правому (на виді з боку) положенні. Заготовку (зображена тонкою лінією) встановлюють на розміщеній в горизонтальній площині опорі 16 таким чином, щоб втулка 7 проходила крізь литий отвір заготовки, і переміщують вліво до контакту з трьома опорами 16, що розміщені у вертикальній площині. Далі встановлюють чеку 8 і подають робочу рідину (масло) в праву порожнину гідроциліндра. В результаті шток 3 переміщується вліво і чекою 8 надійно фіксує заготовку.

Після закінчення фрезерування масло подається в ліву порожнину гідроциліндра, шток 2 переміщується вправо і розкріплює заготовку. Далі знімають чеку 8 і оброблену деталь. Цикл закінчено.

### **Кондуктор для свердління отворів**

Пристрій для свердління отворів (дод. 15) працює таким чином. У вихідному стані пластина 8 з пальцями 7 знаходиться в крайньому верхньому положенні, швидкознімну шайбу 29 знято, а шток 2 пневмокамери знаходиться в крайньому правому положенні (на виді збоку) в результаті того, що в ліву порожнину пневмокамери подано стиснене повітря. Заготовку встановлюють циліндричною поверхнею  $\varnothing$  120 мм у призму 31 так, щоб шток 2 був продітий крізь отвір у заготовці, і переміщують її вліво до контакту з опорами 26. Потім, повертаючи рукоятку 28, переміщують пластину 8 з пальцями 7 до надійного контакту трьох пальців з заготовкою. Установлюють шайбу 29 і скидають тиск повітря в лівій порожнині пневмокамери. У результаті дії пружин 12 і 13, діафрагма 3 і зв'язаний з нею шток 2 переміщуються вліво, остаточно закріплюючи заготовку за допомогою шайби 29.

Після обробки отворів стиснене повітря подають у ліву порожнину пневмокамери, шток 2 переміщується вправо, стискаючи пружини 12 і 13 і звільняючи шайбу 29. Знімають шайбу 29 і, повертаючи рукоятку 28, відводять пальці 7 від обробленої деталі, тим самим вивільнюючи її остаточно. Знімають деталь. Цикл закінчено.

### **Висновки**

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення кронштейна було виконано наступне:

- розглянуто службове призначення кронштейна і його конструктивні особливості;
- проаналізовано технологічність кронштейна і його заготовки;
- складено орієнтовний план обробки поверхонь кронштейна, визначено тип виробництва;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки і розроблено її креслення;
- розроблено маршрут виготовлення кронштейна;
- підібрано моделі металорізальних верстатів, пристрої та інструменти;
- розраховано припуски на обробку базової площини В і отвору Б, підібрані за таблицями та ГОСТ 26645-85 припуски на обробку інших поверхонь;
- розраховано режими різання для чорнового фрезерування, розточування і свердління, підібрано за таблицями режими різання для виконання інших переходів;
- визначено норми часу на виконання однієї операції;

- заповнено маршрутну та операційні карти з ескізами;
- основні операції оформлено у вигляді одного аркуша формату А1 „Графічне зображення технологічного процесу”;
- розроблено конструкції, приведено опис принципу роботи і розрахунок двох пристроїв для обробки на металорізальних верстатах (пристрій для фрезерування площини В на вертикально-фрезерному верстаті 6М12П та кондуктор для свердління отворів на радіально- свердлильному верстаті 2Н53);
- розроблено складальні креслення пристрою для фрезерування площини В на вертикально-фрезерному верстаті 6М12П та кондуктора для свердління отворів на радіально- свердлильному верстаті 2Н53;
- складено специфікації деталей розроблених пристроїв.

## Додатки

Додаток 1

### Приблизна відповідність квалітетів ЄСДП та класів точності ОСТ

Квалітети ЄСДП	Вали	5	6	7	8	10	11	12	14	15	16
	Отвори	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16
Клас точності ОСТ		1	2	2а	3	3а	4	5	7	8	9

Додаток 2

### Приблизна відповідність полів допусків ОСТ та ЄСДП

ОСТ	ЄСДП		ОСТ	ЄСДП	
ПрЗз	u, v, x, y, za, zb	-	H	k	K
Пр2з	u, v, x, y, z	-	P	j, js	J, Js
Пр1з	s, t, u, v, x	-	C	h	H
Гр	u	T, U, R	Д	g	G
Пр	r, s	R, S	X	b, cd, e, f	B, CD, E, F
Пл	p, r	-	Л	b, c, d, e	B, C, D, E
Г	n	N	Ш	a, b, c, d	A, B, C, D
Т	m	M	ТХ	c	C

## Класифікація відхилень форми і розміщення поверхонь

Група	Найменування відхилення	Умовний знак
Відхилення форми поверхонь	Від прямолінійності	
	Від площинності	
	Від округлості	
	Від циліндричності	
	Профілю поздовжнього перерізу циліндричної поверхні	
Відхилення розміщення	Від паралельності	
	Від перпендикулярності	
	Нахилу	
	Від співвісності	
	Від симетричності	
	Позиційне	
	Від перетину осей	
Сумарне відхилення форми і розміщення	Радіальне биття	
	Торцеве биття	
	Биття в заданому напрямку	
	Повне радіальне биття	
	Повне торцеве биття	
	Відхилення форми заданого профілю	
	Відхилення форми заданої поверхні	

**Рекомендовані заміни посадок по системі ОСТ посадками по ЄСДП  
для розмірів 1-500 мм (вибірково)**

ОСТ	ЄСДП	ОСТ	ЄСДП
Система отвору			
$\frac{A1}{T1}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{A}{X}$	$\frac{H7}{f7}$
$\frac{A1}{П1}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{A}{Л}$	$\frac{H7}{e8}$
$\frac{A1}{C1}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{A}{Ш}$	$\frac{H7}{d8}$
$\frac{A1}{Д1}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{A2a}{C2a}$	$\frac{H8}{h7}$
$\frac{A}{Пр}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{A2a}{Пр2a}$	$\frac{H8}{u8}$
	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{A3}{C3}$	$\frac{H8}{h8}$
$\frac{A}{Пл}$	$\frac{H7}{p6}$		$\frac{H9}{h8}$
	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H8}{h9}$	
$\frac{A}{Г}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{A3}{X3}$	$\frac{H8}{f9}$
$\frac{A}{Т}$	$\frac{H7}{m6}$		$\frac{H9}{e8}$
$\frac{A}{H}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{A4}{C4}$	$\frac{H11}{h11}$
$\frac{A}{П}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{A4}{X4}$	$\frac{H11}{d11}$
$\frac{A}{C}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{A5}{C5}$	$\frac{H12}{h12}$
$\frac{A}{Д}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{A5}{X5}$	$\frac{H12}{b12}$

ОСТ	ЄСДП	ОСТ	ЄСДП
Система вала			
$\frac{H1}{B1}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{C1}{B1}$	$\frac{H8}{h8}$
$\frac{П1}{B1}$	$\frac{J6}{h5}$		$\frac{H9}{h8}$
$\frac{C1}{B1}$	$\frac{H6}{h5}$		$\frac{H8}{h9}$
$\frac{Д1}{B1}$	$\frac{G6}{h6}$		$\frac{H9}{h9}$
$\frac{Гр}{B}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{X3}{B3}$	$\frac{E8}{h8}$
$\frac{Пр}{B}$	$\frac{S7}{h6}$		$\frac{E9}{h8}$
	$\frac{R7}{h6}$		$\frac{F8}{h9}$
$\frac{H}{B}$	$\frac{N7}{h6}$		$\frac{F9}{h9}$
	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{Ш3}{B3}$	$\frac{D9}{h8}$
$\frac{П}{B}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{C4}{B4}$	$\frac{H11}{h11}$
$\frac{C}{B}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{X4}{B4}$	$\frac{D11}{h11}$
$\frac{Д}{B}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{C5}{B5}$	$\frac{H12}{h12}$
$\frac{X}{B}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{X5}{B5}$	$\frac{B12}{h12}$
$\frac{C2a}{B2a}$	$\frac{H8}{h7}$		

**Параметри шорсткості поверхні та відповідні їм класи чистоти поверхні**

Клас чистоти	Параметри шорсткості (крайній $R_a$ )		Позначення параметрів шорсткості (крайні $R_a$ виділені)	
	$R_a$ , мкм	$R_z$ , мкм	$R_a$ , мкм	$R_z$ , мкм
V 1	80-50	320-200	$\sqrt{Ra80}$ $\sqrt{Ra63}$ $\sqrt{Ra50}$	$\sqrt{Rz320}$ $\sqrt{Rz250}$ $\sqrt{Rz200}$
V 2	40-25	160-100	$\sqrt{Ra40}$ $\sqrt{Ra32}$ $\sqrt{Ra25}$	$\sqrt{Rz160}$ $\sqrt{Rz125}$ $\sqrt{Rz100}$
V 3	20-12,5	80-50	$\sqrt{Ra20}$ $\sqrt{Ra16}$ $\sqrt{Ra12,5}$	$\sqrt{Rz80}$ $\sqrt{Rz63}$ $\sqrt{Rz50}$
VV 4	10-6,3	40-25	$\sqrt{Ra10}$ $\sqrt{Ra8}$ $\sqrt{Ra6,3}$	$\sqrt{Rz40}$ $\sqrt{Rz32}$ $\sqrt{Rz25}$
VV 5	5-3,2	20-12,5	$\sqrt{Ra5}$ $\sqrt{Ra4}$ $\sqrt{Ra3,2}$	$\sqrt{Rz20}$ $\sqrt{Rz16}$ $\sqrt{Rz12,5}$
VV 6	2,5-1,6	10-8	$\sqrt{Ra2,5}$ $\sqrt{Ra2,0}$ $\sqrt{Ra1,6}$	$\sqrt{Rz10}$ $\sqrt{Rz8}$
VVV 7	1,25-0,8	6,3-4,0	$\sqrt{Ra1,25}$ $\sqrt{Ra1,0}$ $\sqrt{Ra0,8}$	$\sqrt{Rz6,3}$ $\sqrt{Rz5,0}$ $\sqrt{Rz4,0}$
VVV 8	0,63-0,40	3,2-2	$\sqrt{Ra0,63}$ $\sqrt{Ra0,50}$ $\sqrt{Ra0,40}$	$\sqrt{Rz3,2}$ $\sqrt{Rz2,5}$ $\sqrt{Rz2,0}$
VVV 9	0,32-0,20	1,6-1	$\sqrt{Ra0,32}$ $\sqrt{Ra0,25}$ $\sqrt{Ra0,20}$	$\sqrt{Rz1,6}$ $\sqrt{Rz1,25}$ $\sqrt{Rz1,0}$
VVVV 10	0,16-0,10	0,8-0,5	$\sqrt{Ra0,16}$ $\sqrt{Ra0,125}$ $\sqrt{Ra0,10}$	$\sqrt{Rz0,8}$ $\sqrt{Rz0,63}$ $\sqrt{Rz0,5}$
VVVV 11	0,08-0,05	0,4-0,25	$\sqrt{Ra0,08}$ $\sqrt{Ra0,63}$ $\sqrt{Ra0,05}$	$\sqrt{Rz0,4}$ $\sqrt{Rz0,32}$ $\sqrt{Rz0,25}$
VVVV 12	0,04-0,025	0,2-0,125	$\sqrt{Ra0,04}$ $\sqrt{Ra0,032}$ $\sqrt{Ra0,025}$	$\sqrt{Rz0,2}$ $\sqrt{Rz0,16}$ $\sqrt{Rz0,125}$
VVVV 13	0,02-0,0125	0,10-0,063	$\sqrt{Ra0,02}$ $\sqrt{Ra0,016}$ $\sqrt{Ra0,012}$	$\sqrt{Rz0,10}$ $\sqrt{Rz0,08}$ $\sqrt{Rz0,063}$
VVVV 14	0,01-0,008	0,05-0,025	$\sqrt{Ra0,010}$ $\sqrt{Ra0,008}$	$\sqrt{Rz0,05}$ $\sqrt{Rz0,04}$ $\sqrt{Rz0,025}$
	Необроблена поверхня			

**Зразок оформлення таблиці характеристики операцій та переходів при графічному зображенні технологічного процесу**

	20	35	30	20	20	20	20	20
Номер операції, переходу	Устаткування	Інструмент	$t$ , мм	$S$ , $\frac{\text{мм/об}}{\text{мм/хв}}$	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв	



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

КУРСОВА РОБОТА (ПРОЕКТ) З ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

„РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

КРОНШТЕЙНА 020.003.0088”

Виконав:

Студент \_\_\_ курсу ММІ, гр. МЛ-61

Петренко Володимир Степанович / підпис студента/

Керівник: \_\_\_\_\_

(науковий ступінь та звання, прізвище, і., б.)

Дата захисту: \_« \_\_\_\_\_ » 201\_\_ р. /підпис керівника/

Робота захищено з оцінкою: ” \_\_\_\_\_ ” /підписи членів комісії/

м. Київ 201\_\_р.

## Міжнародна система вимірів (СІ)

Величина	Одиниця	
	Найменування	Позначення
Основні одиниці		
Довжина	метр	м
Маса	кілограм	кг
Час	секунда	с
Сила електричного струму	ампер	А
Термодинамічна температура	кельвін	К
Сила світла	кандела	кд
Додаткові одиниці		
Плоский кут	радіан	рад
Тілесний кут	стерадіан	ср
Похідні одиниці		
Площа	квадратний метр	м <sup>2</sup>
Об'єм, вмістимість	кубічний метр	м <sup>3</sup>
Густина	кілограм на кубічний метр	кг/м <sup>3</sup>
Швидкість	метр за секунду	м/с
Кутова швидкість	радіан за секунду	рад/с
Сила, сила тяжіння(вага)	ньютон	Н
Тиск, механічна напруга	паскаль	Па
Робота, енергія, кількість теплоти	джоуль	Дж
Потужність, тепловий потік	ват	Вт

**Префікси для позначення десяткових кратних та  
Часткових одиниць і їх найменування**

Множник, на який множиться одиниця	Префікс	Позна- чення	Множник, на який множиться одиниця	Префікс	Позна- чення
10 <sup>9</sup>	гіга	Г	10 <sup>-2</sup>	санти	с
10 <sup>6</sup>	мега	М	10 <sup>-3</sup>	мілі	м
10 <sup>3</sup>	кіло	к	10 <sup>-6</sup>	мікро	мк
10 <sup>2</sup>	гекто	г	10 <sup>-9</sup>	нано	н
10 <sup>1</sup>	дека	да	10 <sup>-12</sup>	піко	п
10 <sup>-1</sup>	деци	д	10 <sup>-15</sup>	фемто	ф

## ГОСТ, рекомендовані для використання при розробці технологічних процесів у машинобудуванні

1. ГОСТ 1215-79. Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия.
2. ГОСТ 26358-84. Отливки из чугуна. Общие технические условия.
3. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия.
4. ГОСТ 7769-82. Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки.
5. ГОСТ 21357-87. Отливки из хладостойкой и износостойкой стали. Общие технические условия.
6. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
7. ГОСТ 19200-80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов.
8. ГОСТ 18169-86. Процессы технологические литейного производства. Термины и определения.
9. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки.
10. ГОСТ 4832-95. Чугун литейный. Технические условия.
11. ДСТУ 3925-99. Чавун з кулястим графітом для виливків. Марки.
12. ГОСТ 7062-90. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на прессах. Припуски и допуски.
13. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
14. ГОСТ 7829-70. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на молотах. Припуски и допуски.
15. ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.
16. ГОСТ 380-94. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
17. ГОСТ 5632-72. Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки и технические требования.
18. ГОСТ 1050-94. Сталь углеродистая качественная конструкционная. Технические условия.
19. ГОСТ 493-79. Бронзы безоловянные литейные. Марки.
20. ГОСТ 613-79. Бронзы оловянные литейные. Марки.
21. ГОСТ 859-78. Медь. Марки.
22. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия.
23. ГОСТ 17711-93. Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки.
24. ГОСТ 17819-84. Оснастка технологическая литейного производства. Термины и определения.

25. ГОСТ 18111-93. Оборудование технологическое для литейного производства. Термины и определения.
26. ГОСТ 3212-92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.
27. ГОСТ 18323-86. Оборудование кузнечно-прессовое. Термины и определения.
28. ГОСТ 103-76. Полоса горячекатаная. Сортамент.
29. ГОСТ 2590-88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент.
30. ГОСТ 2591-88. Прокат стальной горячекатаный квадратный. Сортимент.
31. ГОСТ 2879-88. Прокат стальной горячекатаный шестигранный. Сортимент.
32. ГОСТ 7417-75. Сталь калиброванная круглая. Сортимент.
33. ГОСТ 8559-75. Сталь калиброванная квадратная. Сортимент.
34. ГОСТ 8560-78. Сталь калиброванная шестигранная. Сортамент.
35. ГОСТ 8239-98. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.
36. ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент.
37. ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент.
38. ГОСТ 8510-86. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент.
39. ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент.
40. ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент.
41. ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.
42. ГОСТ 19904-90. Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент.
43. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
44. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
45. ГОСТ 25347-82. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
46. ГОСТ 24643-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.
47. ГОСТ 25069-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей.
48. ГОСТ 25670-83. Основные нормы взаимозаменяемости. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками.
49. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
50. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.
51. ГОСТ 14.205-83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.

52. ГОСТ 17420-72. ЕСТПП. Операции механической обработки резанием. Термины и определения.
53. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
54. ГОСТ 2.001-70. ЕСКД. Общие положения.
55. ГОСТ 2.102-68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
56. ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи.
57. ГОСТ 2.105-85. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
58. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы.
59. ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежам.
60. ГОСТ 2.125-88. ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.
61. ГОСТ 2.305-68. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.
62. ГОСТ 2.307-68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
63. ГОСТ 2.308-79. ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
64. ГОСО 2.309-73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности.
65. ГОСТ 3.1001-81. ЕСТД. Общие положения.
66. ГОСТ 3.1102-81. ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
67. ГОСТ 3.1103-82. ЕСТД. Основные надписи.
68. ГОСТ 3.1105-84. ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.
69. ГОСТ 3.1107-81. ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические изображения.
70. ГОСТ 3.1109-82. ЕСТД. Процессы технологические. Термины и определения основных понятий.
71. ГОСТ 3.1118-82. ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.
72. ГОСТ 3.1121-84. ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции).
73. ГОСТ 3.1125-88. ЕСТД. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.
74. ГОСТ 3.1126-88. ЕСТД. Правила выполнения графических документов на поковки.
75. ГОСТ 3.1129. ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.
76. ГОСТ 3.1130-93. ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов.
77. ГОСТ 3.1201-85. ЕСТД. Система обозначения технологической документации.

78. ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

79. ГОСТ 3.1407-86. ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.

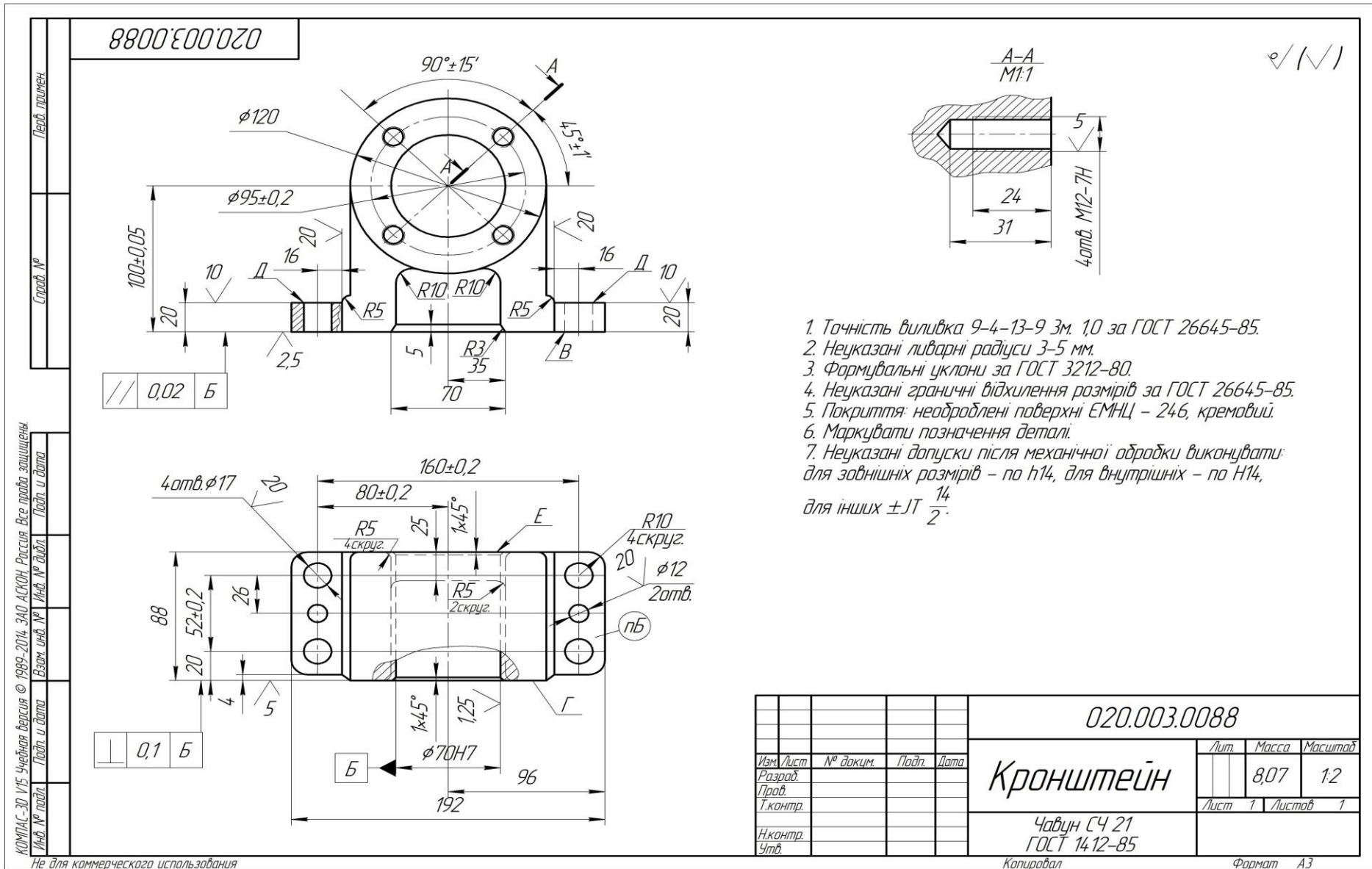
80. ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

81. ГОСТ 31.0000.01-90. Технологическая оснастка. Основные положения.

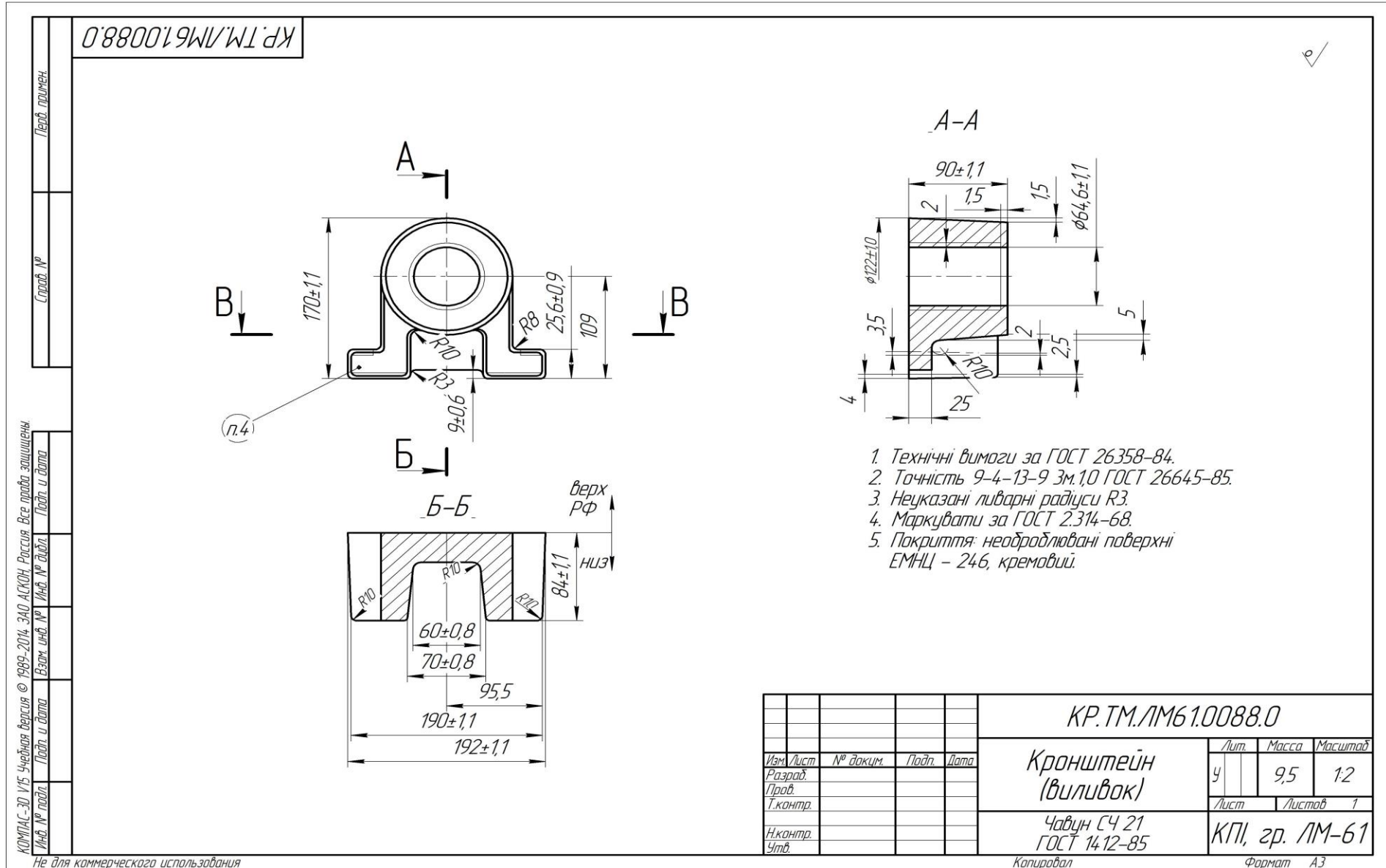
82. ГОСТ 31.010.01-84. Приспособления станочные. Термины и определения.

83. ГОСТ 31.111.41-93, ГОСТ 31.121.41-84, ГОСТ 31.1066.01-85, ГОСТ 31.1066.02-85, ГОСТ 1555-67, ГОСТ 1557-67, ГОСТ 1559-67, ГОСТ 1560-67, ГОСТ 1654-86, ГОСТ 2571-71, ГОСТ 2575-79, ГОСТ 2576-79, ГОСТ 2578-70, ГОСТ 2675-80, ГОСТ 2682-86, ГОСТ 2876-80, ГОСТ 2877-80, ГОСТ 3055-69, ГОСТ 3385-69, ГОСТ 3889-80, ГОСТ 3890-82, ГОСТ 4084-68, ГОСТ 4086-68, ГОСТ 4087-69, ГОСТ 4090-69, ГОСТ 4734-69, ГОСТ 4736-69, ГОСТ 4738-67, ГОСТ 4739-68, ГОСТ 4743-68, ГОСТ 7343-72, ГОСТ 8255-86, ГОСТ 8522-79, ГОСТ 8615-80, ГОСТ 8742-75, ГОСТ 8918-69, ГОСТ 8921-69, ГОСТ 8924-69, ГОСТ 8925-68, ГОСТ 8926-68, ГОСТ 9047-69, ГОСТ 9049-69, ГОСТ 9051-68, ГОСТ 9052-69, ГОСТ 9053-68, ГОСТ 9057-69, ГОСТ 9060-69, ГОСТ 9061-68, ГОСТ 12189-66, ГОСТ 12203-66, ГОСТ 12204-72, ГОСТ 12205-66, ГОСТ 12206-66, ГОСТ 12208-66, ГОСТ 12219-66. Приспособления станочные. Детали и узлы.

Додаток 10



Додаток 11



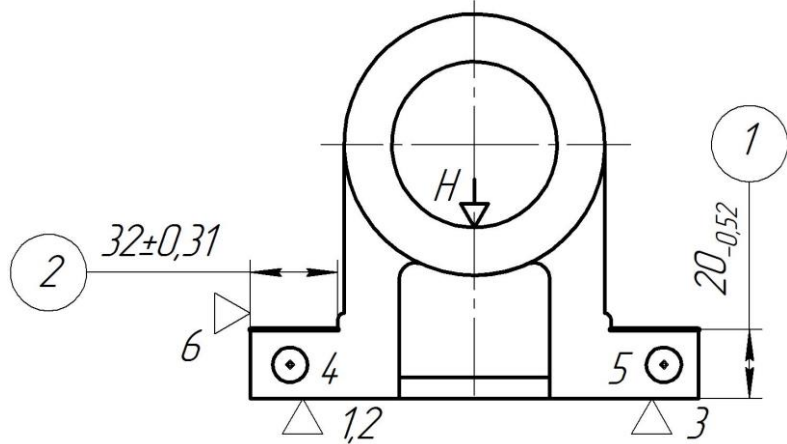






Дубл.			
Замість			
Підп.			

Виріб				КР.ТМ.ЛМ61.0088.МК			8	2
Розробив	Петренко В.С.	5.12.14	НТУУ "КПІ" зр. ЛМ-61	020.003.0088				
Нормув.								
Нач. ТБ								
Затв.	Добрянський С.С.	8.12.14	Кронштейн				КР	010
Н. контр.								



Найменування операції				Матеріал		
Вертикальна фрезерна				С421 ГОСТ 1412-85		
Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри	МЗ	КОВД	
НВ210	166	8,07	89,5 × 170 × 192	9,5	2	
Устаткування пристрій ЧПУ				Позначення програми		
Т <sub>о</sub>	Т <sub>д</sub>	Т <sub>п.з</sub>	Т <sub>шт</sub>	МОР		
				3 % р-н Аквол – 10М		

Р		ПІ	Д або В	L	t	I	S	n	V (Т <sub>о</sub> )
Ø1									
Ø2	Фрезерувати дві полиці послідовно, витримуючи розміри 1 і 2								
ТØ3	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій ПЗ; АБВГ. XXXXXX. XXX. Оправка 6222 – 0035, ГОСТ 13785 – 68;								
Ø4	АБВГ. 391930. XXX. Фреза торцева Ø80 Z8, BK8, ГОСТ 9473 – 80; АБВГ.393410. XXX. Мікрометр								
РØ5			32	84	1,5	1	1,6	500	125,7
Ø6									
Ø7									
Ø8									
Ø9									
1Ø									
OK	Обробка різанням								

Дубл.				ГОСТ 3.1404-86 Форма 2									
Взам.													
Підп.													
Виріб						КР.ТМ. ЛМ61.0088.ОК		8	3				
Розроб.	Петренко В.С.		5.12.14	НТУУ "КПІ", гр. ЛМ-61		020.003.0088							
Нормув.													
Нач.ТБ													
Затв.	Добрянський С.С.		8.12.14	Кронштейн			КР		015				
Н.контр													
				Найменування операції				Матеріал					
				Радіально-свердлильна				СЧ 21 ГОСТ 1412-85					
				Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОВД		
				НВ 210	166	8,07	89,5 x 170 x 192			9,5	1		
				Обладнання, пристрій ЧПК						Позначення програми			
				Радіально-свердлильний верстат 2Н53									
				Т <sub>о</sub>	Т <sub>д</sub>	Т <sub>п.з</sub>	Т <sub>шт</sub>		МОР				
1,04	1,18	25	2,43		5 %-на емульсія Укринол - 1								
Р	П I			Д або В		L	t	i	S	n	V (Т <sub>о</sub> )		
001	1. Свердлити 4 наскрізних отвори, витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5 (0,48)												
T02	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій П2; АБВГ. XXXXXX. XXX. Патрон 6152-0153, ГОСТ 14077-68												
T03	АБВГ.391267. XXX. Свердло Ø17, Р6М5, ГОСТ 10903-77												
P04	17 27 8,5 4 0,45 500 26,7												
05													
06	2. Свердлити попередньо 2 наскрізних отвори, витримуючи розміри 7(Ø 11,8 <sup>+0,07</sup> ), 4, 5 і 6 (0,26)												
T07	АБВГ. XXXXXX. XXX. пристрій П2; АБВГ. XXXXXX. XXX. Патрон 6152-0153, ГОСТ 14077-68												
T08	АБВГ.391267. XXX. Свердло Ø11,8 Р6М5, ГОСТ 10903-77												
P09	11,8 25 5,9 2 0,31 630 23,3												
10													
ОК	Обробка різанням												



Дубл.			
Замість			
Підп.			

Виріб				КР.ТМ.ЛМ61.0088.ОК			8	5	
Розробив	Петренко В.С.		5.12.14	НТУУ "КПІ" зр. ЛМ-61	020.003.0088				
Нормув.									
Нач. ТБ									
Затв.	Добрянський С.С.		8.12.14	Кронштейн			КР	020	
Н. контр.									

				Найменування операції			Матеріал			
				Токарно-револьверна			С421 ГОСТ 1412-85			
				Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОВД
				НВ210	165	8,07	89,5 × 170 × 192		9,5	1
				Устаткування пристрій ЧПУ				Позначення програми		
Токарно-револьверний станок 1365										
Т <sub>о</sub>	Т <sub>д</sub>	Т <sub>п.з</sub>	Т <sub>шт</sub>	МОР						
				3 %-на емульсія Укрінол 1						

Р		ПІ	Д або В	L	t	I	S	n	V (Т <sub>о</sub> )
01									
002	1.Підрізати торець, витримуючи розмір 1								(0,48)
Т03	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій П4; АБВГ. 392101. XXX. Різець підрізний, ВКВ								
Р04			120	65	1,5	1	0,24	273	102,9
05									
006	2.Розточити отвір попередньо, витримуючи розміри 2 ( 69,1 <sup>+0,3</sup> ) та 4								(0,71)
Т07	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій П4; АБВГ. 392101. XXX. Різець розточувальний, ВКВ								
Р08			70	92	1,5	1	0,47	273	59,5
09									
10									
ОК	Обробка різанням								



Дубл.			
Замість			
Підп.			

Виріб				КР.ТМ.ЛМ61.0088.ОК		8	7
Розробив	Петренко В.С.	5.12.14	НТУУ "КПІ" зр. ЛМ-61	020.003.0088			
Нормув.							
Нач. ТБ							
Затв.	Добрянський С.С.	8.12.14	Кронштейн			КР	025
Н. контр.							

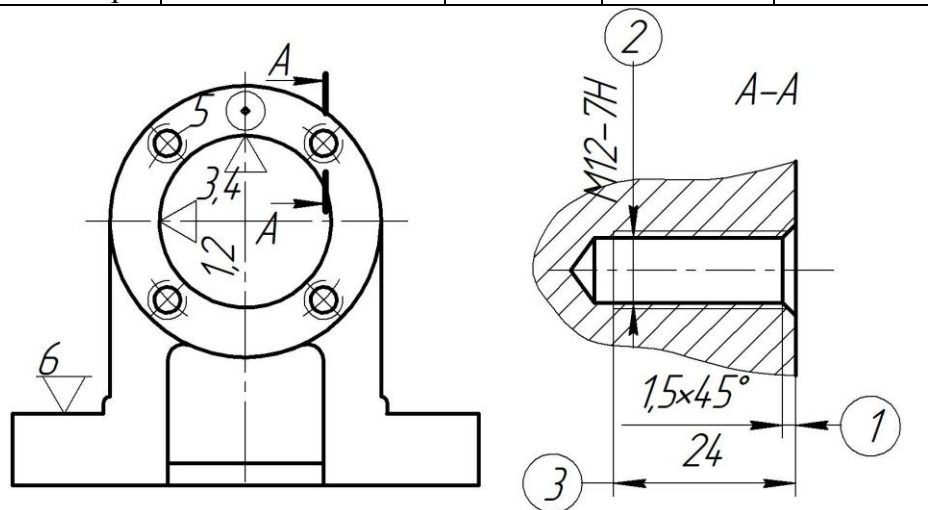
	Найменування операції				Матеріал			
	Радіально - свердлильна				С421 ГОСТ 1412 - 85			
	Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОВД	
	НВ210	166	8,07	89,5 × 170 × 192		9,5	1	
	Устаткування, пристрій ЧПК				Позначення програми			
	Радіально – свердлильний 2Н53							
Т <sub>о</sub>	Т <sub>д</sub>	Т <sub>п.з</sub>	Т <sub>шт</sub>	МОР				
				5% -на емульсія Укрінол 1				

Р		ПІ	Д або В	L	t	I	S	n	V (Т <sub>о</sub> )
01									
002	Свердлити 4 отвори, витримуючи розміри 1,2,3 і 4								(0,68)
T03	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій П5; АБВГ. XXXXXX. XXX. Патрон 6152 – 0153, ГОСТ 14077 – 68;								
04	АБВГ. 391267. XXX. Свердло Ø10,2, Р6М5, ГОСТ 10903 -77; ШЦ – I – 125 – 0,1								
P05			10,2	33	5,1	4	0,31	630	20,2
06									
07									
08									
09									
10									
ОК	Обробка різанням								



Дубл.			
Замість			
Підп.			

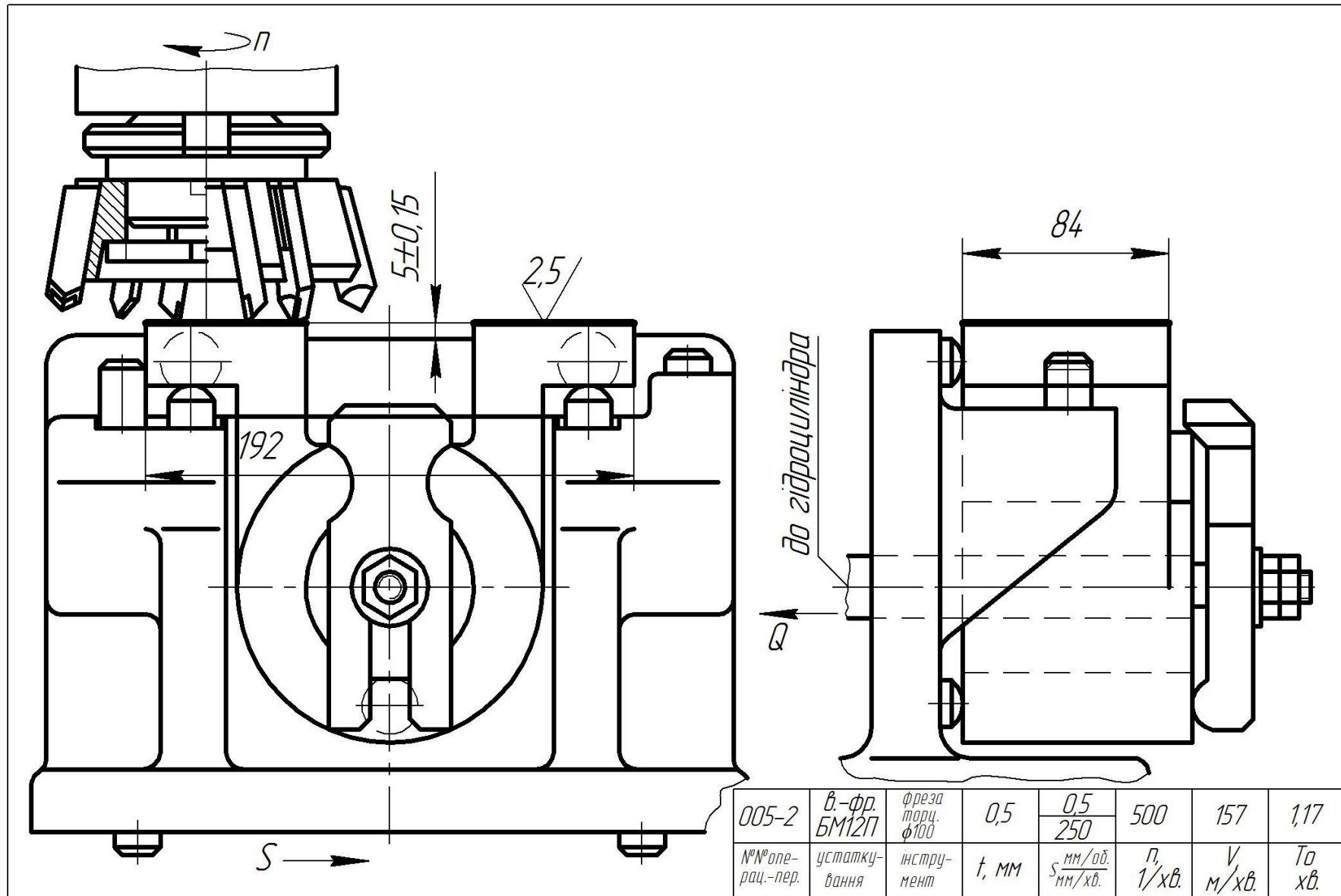
Вибір				КР.ТМ.ЛМ61.0088.ОК		8	8	
Розробив	Петренко В.С.	5.12.14	НТУУ "КПІ" зр. ЛМ-61	020.003.0088				
Нормув.								
Нач. ТБ								
Затв.	Добрянський С.С.	8.12.14	Кронштейн				КР	030
Н. контр.								

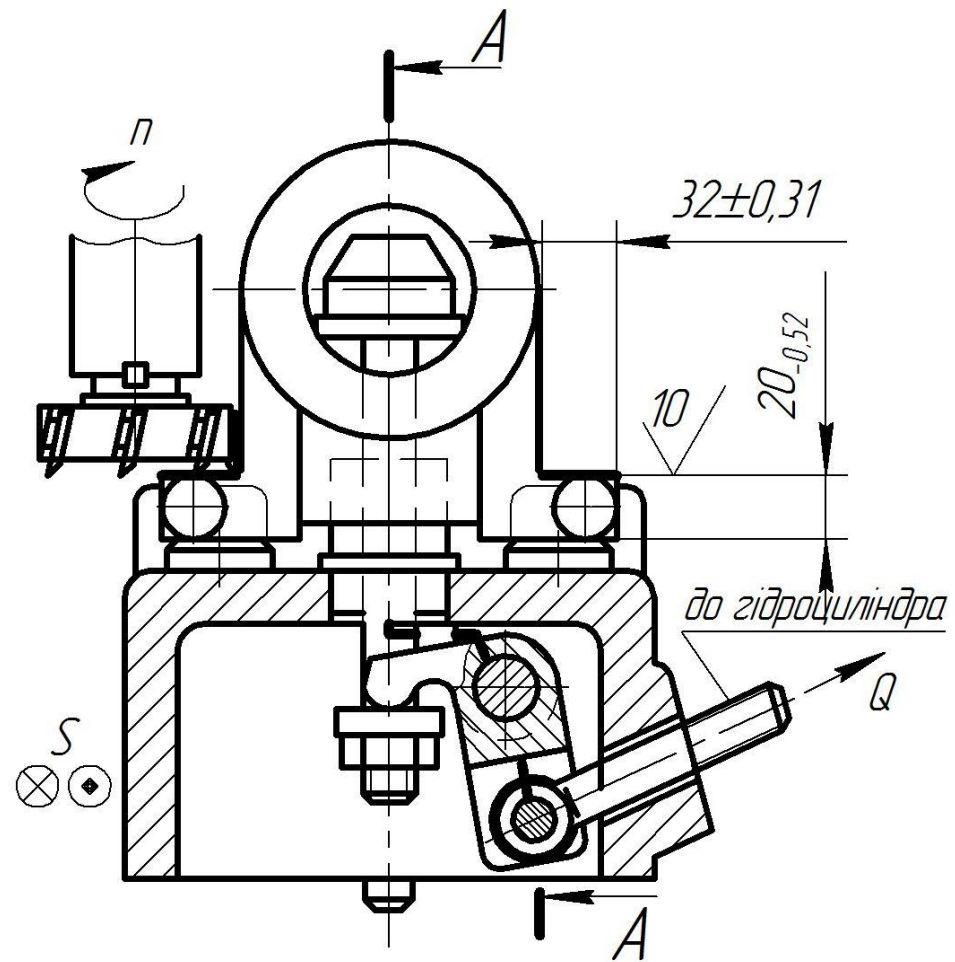
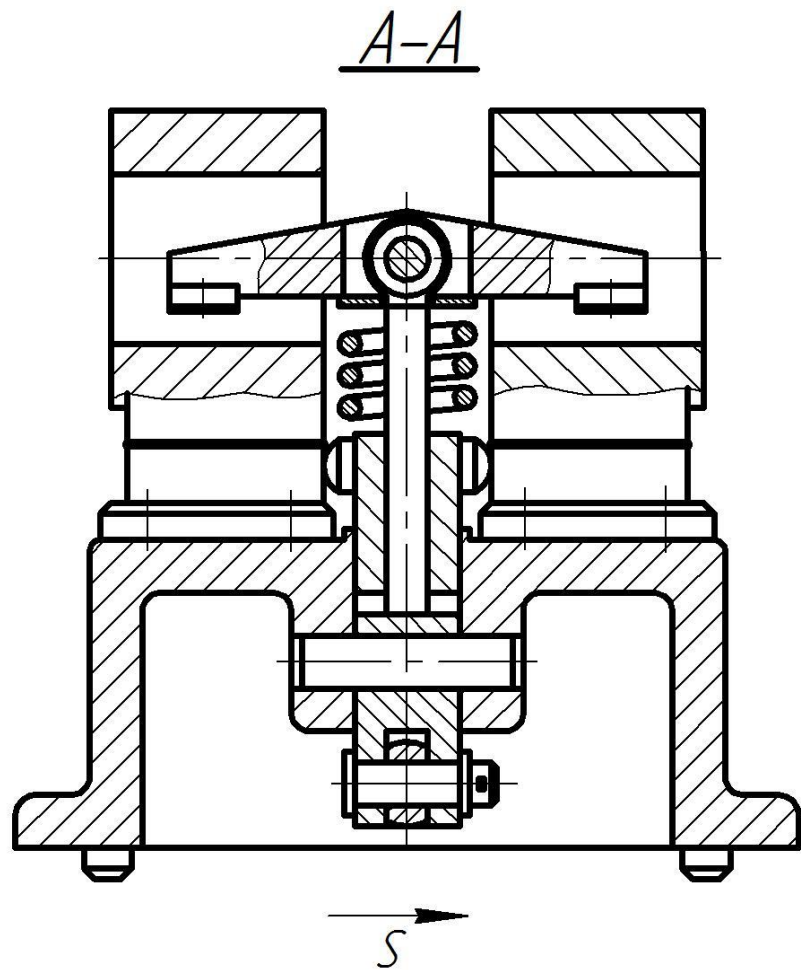


Найменування операції				Матеріал			
Радіально - свердлильна				С421 ГОСТ 1412 - 85			
Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОВД	
НВ210	165	8,07	89,5 × 170 × 192		9,5	1	
Устаткування, пристрій ЧПУ				Позначення програми			
Радіально – свердлильний верстат 2Н53							
Т <sub>о</sub>	Т <sub>д</sub>	Т <sub>п.з</sub>	Т <sub>шт</sub>	МОР			
				5% -на емульсія Укрінол 1			

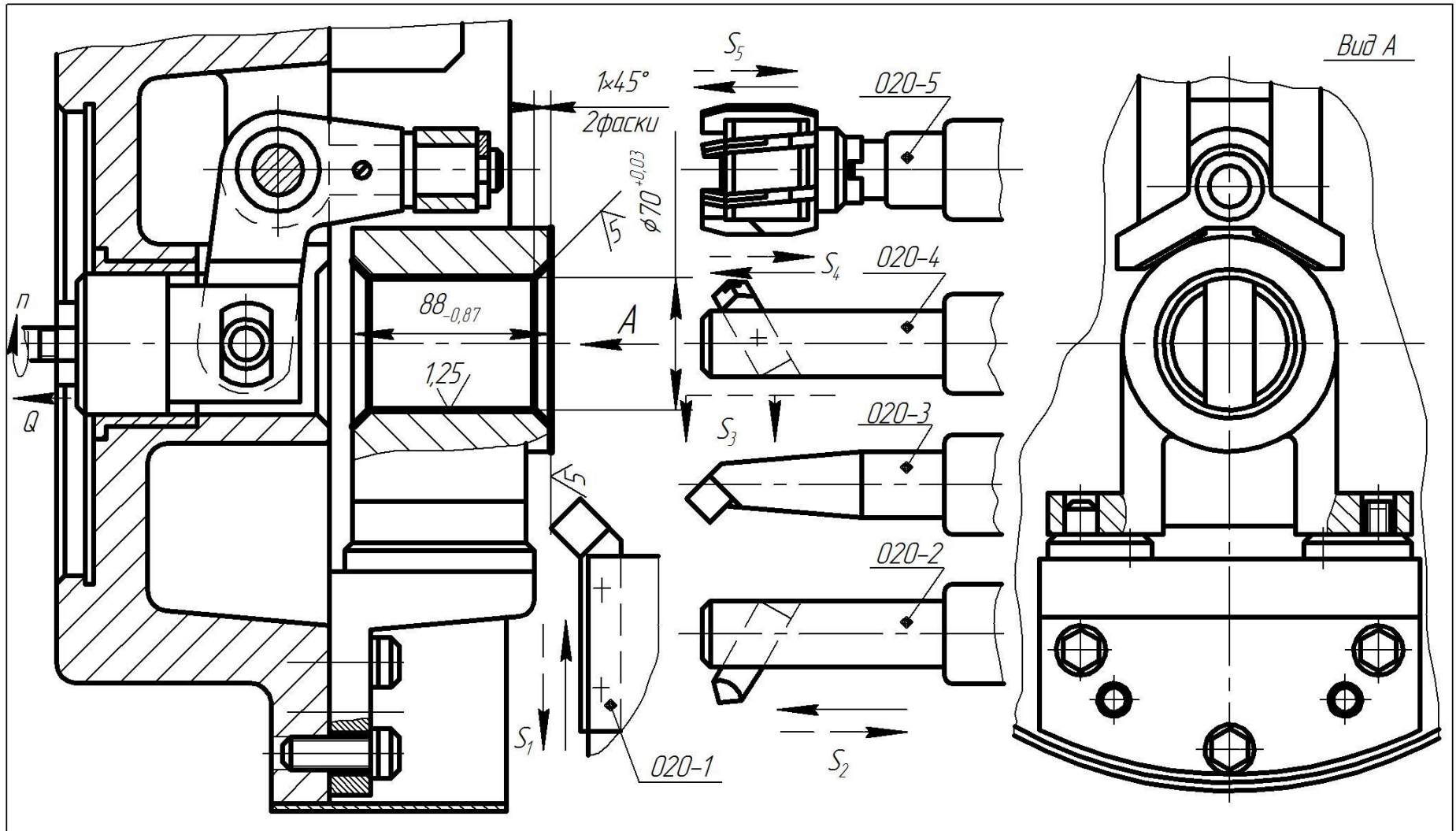
Р	ПІ	Д або В	L	t	I	S	n	V (Т <sub>о</sub> )
01	1. Зенкувати 4 фаски, витримуючи розмір 1;							(0,44)
T02	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій П6; АБВГ. 394630. XXX. Зенківка конічна, Р6М5, ГОСТ 14953 – 69;							
03	АБВГ. XXXXXX. XXX. Патрон 6152 – 0153, ГОСТ 14077 – 68; АБВГ. 393311. XXX. ШЦ – I – 125 – 0,1							
P04		14	4	-	4	0,31	630	20,2
05								
O06	2. Нарізати різьбу в 4-х отворах, витримуючи розміри 2 та 3;							(0,57)
T07	АБВГ. XXXXXX. XXX. Пристрій П6; АБВГ. XXXXXX. XXX. Патрон для мітчиків 6443 – 0115, ГОСТ 15936 – 70;							
08	АБВГ. 391330. XXX. Мітчик М12-7Н, ГОСТ 3266-81; АБВГ. 393140. XXX. Калібр-пробка М12-7Н;							
09	АБВГ. 393311. XXX. ШЦ – I – 0,1.							
P10		12	35	-	4	1,75	315	11,9
ОК	Обробка різанням							

Додаток 13

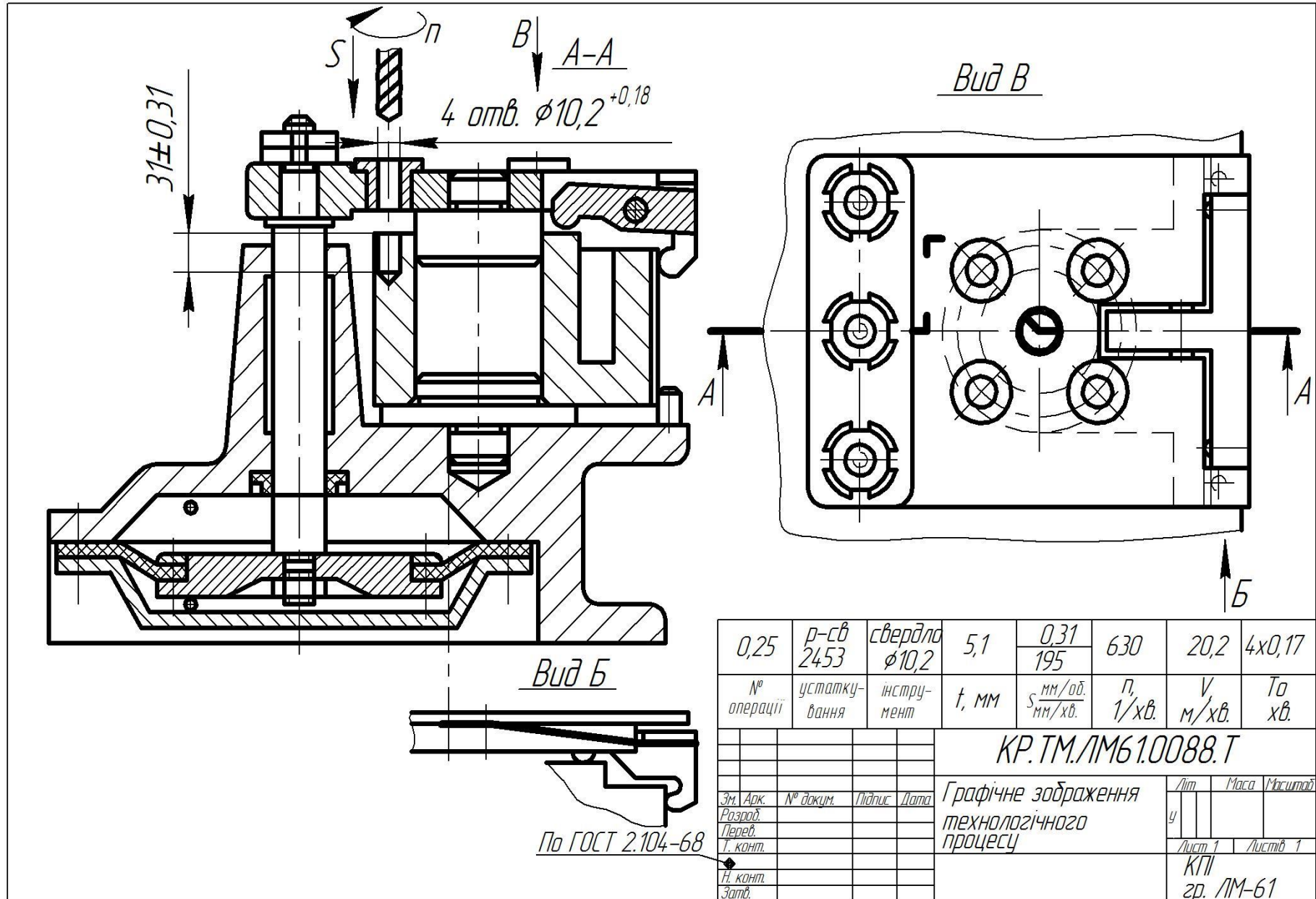


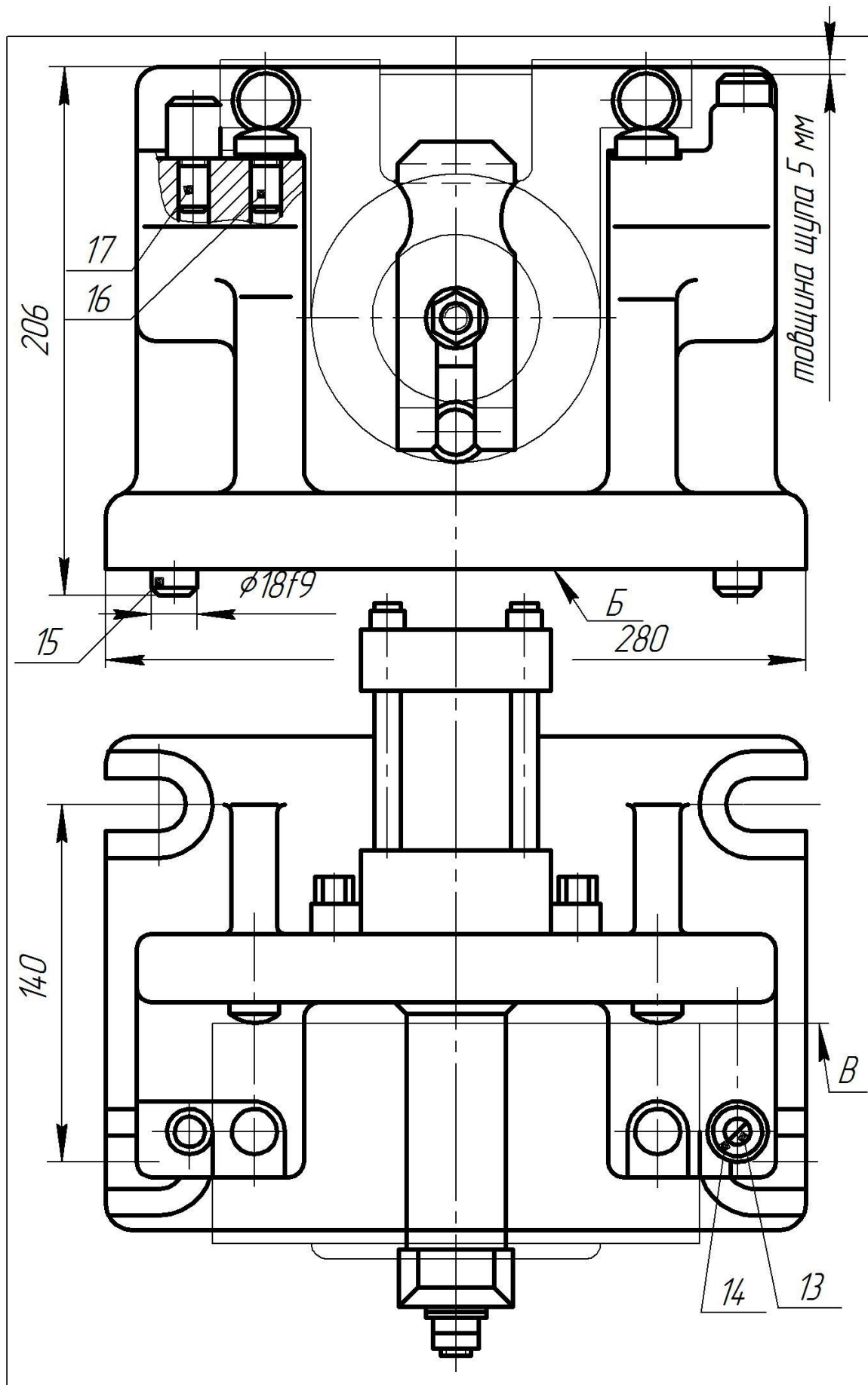


010	в.-фр. 6M12П	фреза торц. ф80	1,5	$\frac{1,6}{800}$	500	125,7	2x0,35
№ операції	устатку- вання	інстру- мент	t, мм	$S_{\frac{мм}{од.}} / \frac{мм}{хв.}$	n, 1/хв.	$V$ м/хв.	T <sub>0</sub> хв.

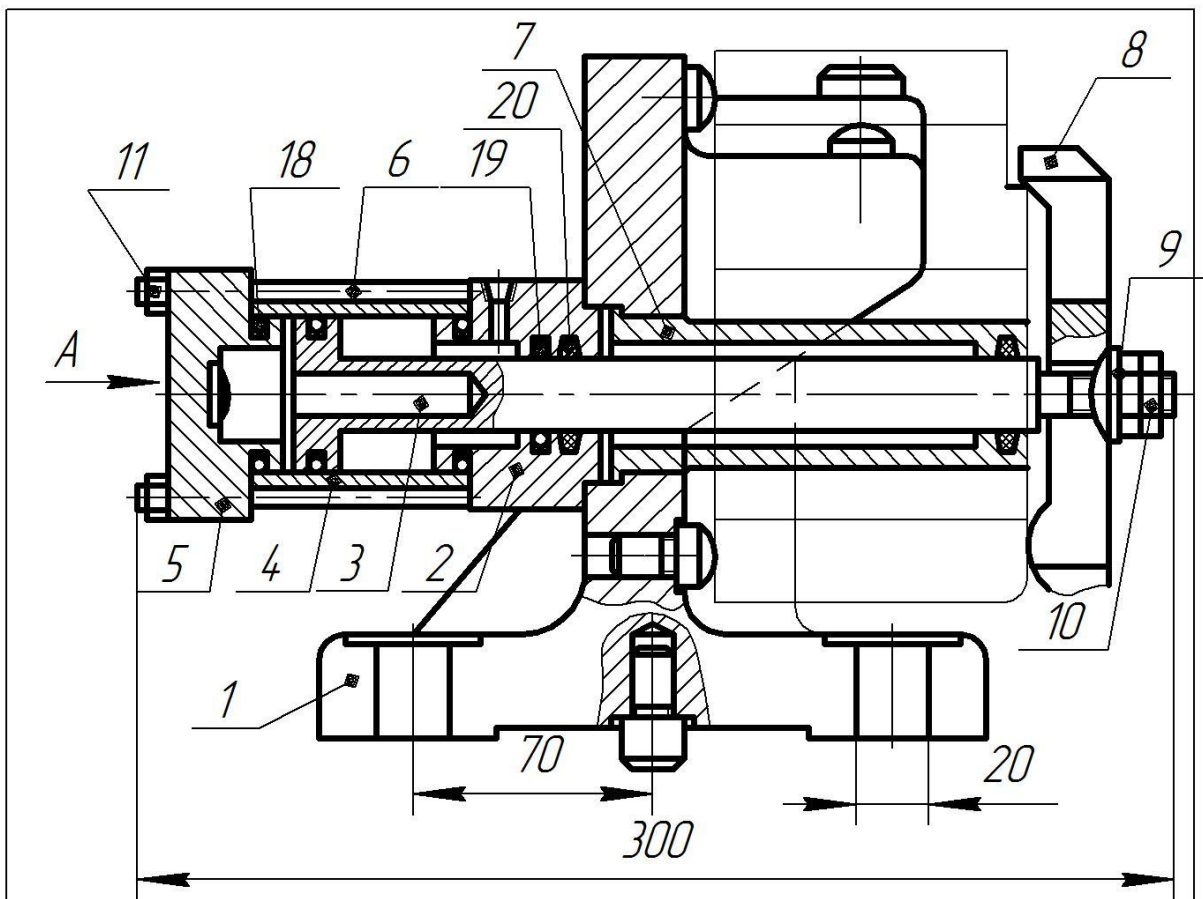


020-2	Т.-рев. 1365	різець розточ.	1,5	$\frac{0,47}{128}$	273	59,5	0,71
№№ опе- рац.-пер.	устатку- вання	інстру- мент	t, мм	$S_{\text{мм/об.}}$ $S_{\text{мм/хв.}}$	n, 1/хв.	$V$ м/хв.	$T_0$ хв.

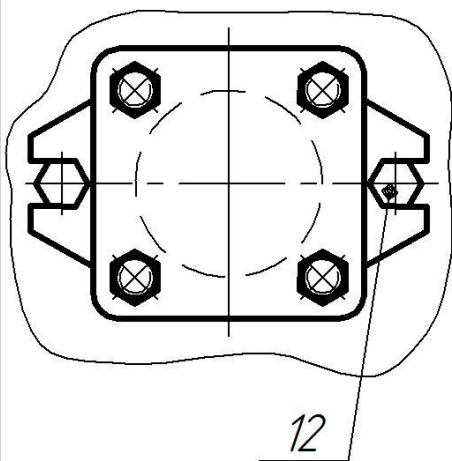








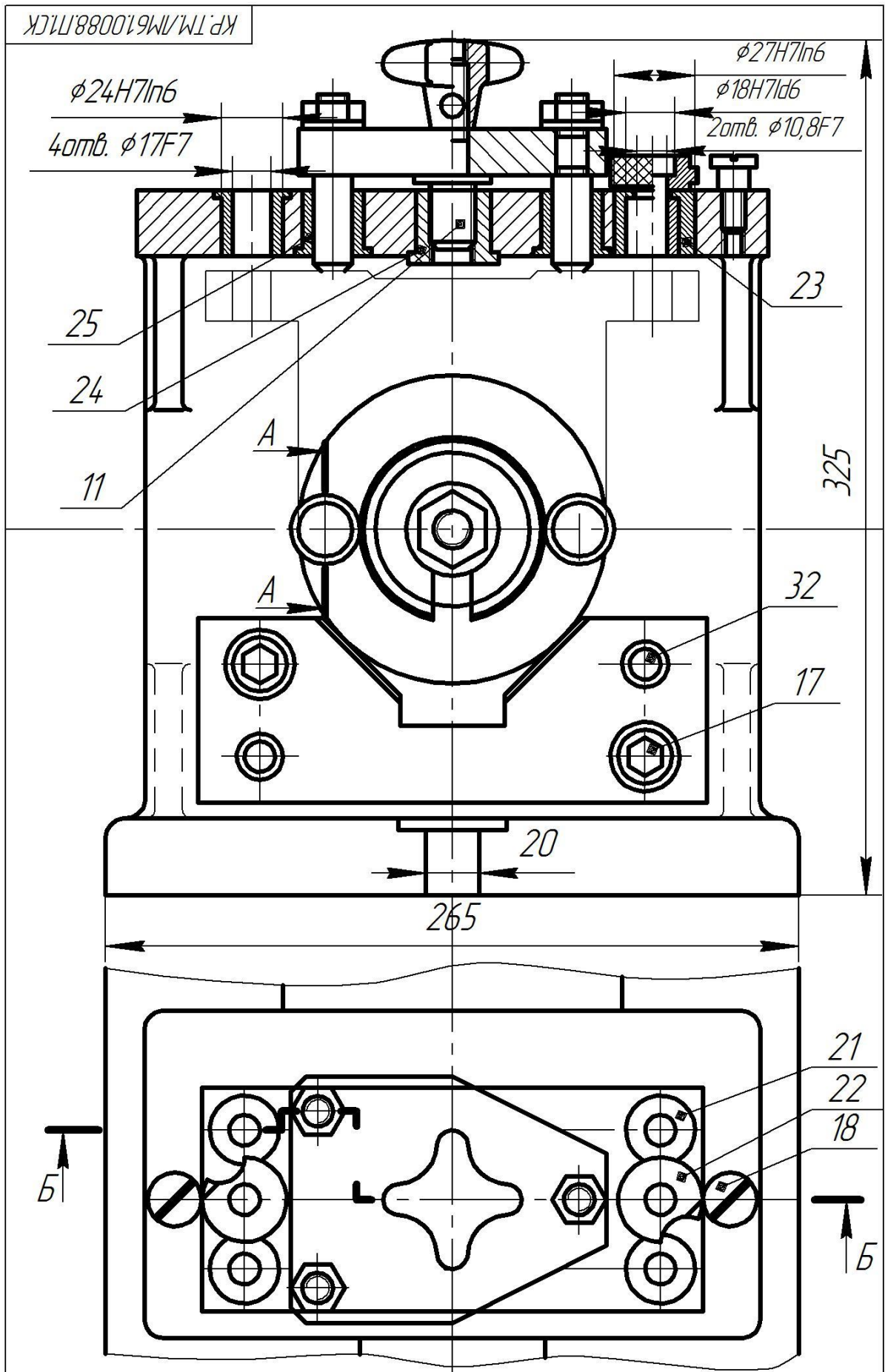
*Вид А*



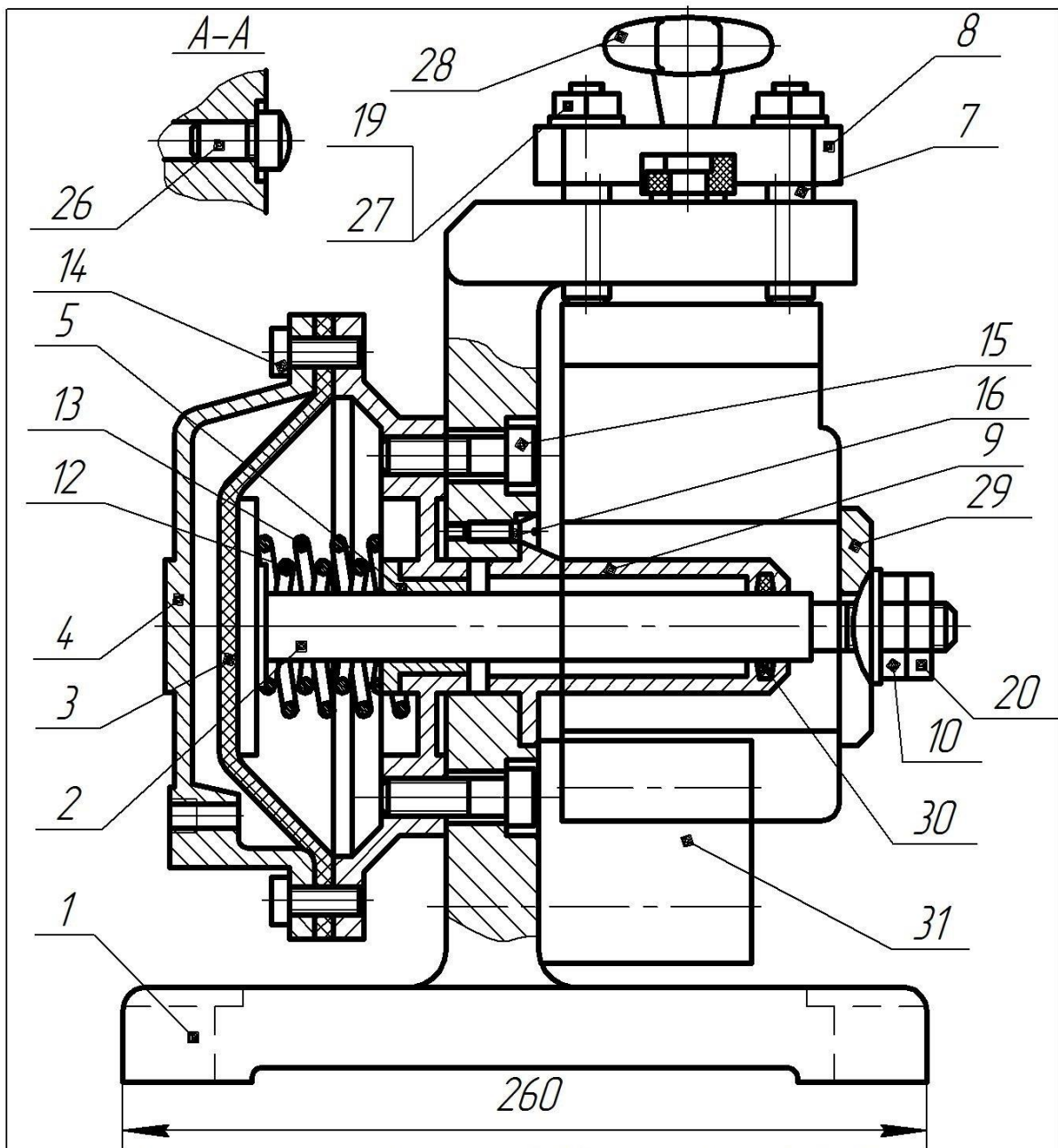
1. Відхилення від перпендикулярності поверхонь В і Б не більше 0,2 мм.
2. Робочий тиск масла  $p=6\text{МПа}$  ( $\sim 60\text{кгс/см}^2$ ).
3. Зусилля на штоці 54.25Н (553кгс).
4. Хід поршня 25мм.
5. Гідроциліндр випробувати при тиску  $p=10\text{МПа}$ .
6. Пристрій встановлювати на вертикально-фрезерний верстат 6М12П.

По ГОСТ 2.104-68

				<b>КР.ТМ.ЛМ61.0088.П1.СК</b>			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій для фрезерування	Л/т	Маса	Масштаб
Розроб.				(складальне креслення)	ч	25	1:1
Перев.					Лист 1	Листів 1	
Т. конт.					КПІ		
Н. конт.					зр. ЛМ-61		
Затв.							







1. Перед з 4-ма втулками надити мітку "φ11", поряд з 2-ма - "φ10,8".

2. При установці заготовки спочатку збазувати її ручним затискачем, після закріпити пневматичним.

3. Робочий тиск повітря  $p=0,4 \text{ МПа}$  ( $4 \text{ кгс/см}^2$ ).

4. Зусилля зажиму  $1373 \text{ Н}$  ( $140 \text{ кгс}$ ).

5. Робочий хід штока  $25 \text{ мм}$ .

По ГОСТ 2.104-68

**КР.ТМ.ЛМ61.0088.П2.СК**

Зм. Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	Кондуктор для свердління 4-х отв. ш17 2-х ш11,8	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.					ч	23	1:1
Перев.					Лист 1	Листів 1	
Т. конт.					КПІ		
Н. конт.					зр. ЛМ-61		
Затв.							

Формат Зона Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Лист	Лист	Листов
		<i>Документація</i>												
A1	020-003-0088 П1СБ	Складальне креслення												
		<i>Деталі</i>												
		Корпус	1											
		Фланець	1											
		Шток	1	HRC45-50										
		Гільза	1											
		Кришка	1											
		Шпилька	4											
		Втулка	1											
		Чека	1	HRC45-50										
		Гайка M16	1	HRC45-50										
		<i>Стандартні вироби</i>												
		Гайка M16 ГОСТ2526-85	1											
		Гайка M8 ГОСТ5921-85	4											
		Болт M8x30 ГОСТ7808-70	2											
		Болт M8x15 ГОСТ1491-72	1											
		Установ H10 ГОСТ13443-85	1											
		Палець φ18 ГОСТ12209-85	2											
		Опора φ20x10 ГОСТ13441-85	5											
		Опора φ20x20 ГОСТ13440-85	1											
		Кільце H1-40x32-1 ГОСТ9833-85	3											
		Кільце H1-25x20-1 ГОСТ9833-85	1											
		Кільце СГ30-19-35 ГОСТ6418-85	2											
<b>020-003-0088 П1</b>														
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Пристрій для фрезерування</b>					Лист	Лист	Листов		
Разрад.														
Пров.														
Н.контр.														
Утв.					<b>КПІ зр. ЛМ-81</b>									

Копіювал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка	Перв. примен.	
							Справ. №	Подп. и дата
				<u>Документація</u>				
A1			020-003-0088 П2СБ	Складальне креслення				
				<u>Деталі</u>				
		1		Корпус	1			
		2		Шток	1	HRC45-50		
		3		Діафрагма $\phi 198$	1	Покупн.		
		4		Кришка	1			
		5		Втулка	1			
		6		Фланець	1			
		7		Палець	3	HRC45-50		
		8		Пластина	1			
		9		Втулка	1	HRC45-50		
		10		Гайка M16	1	HRC45-50		
		11		Шпилька	1			
				<u>Стандартні вироби</u>				
		12		Пружина	1			
		13		Пружина	1			
		14		Гвинт M8x25 ГОСТ11738-85	16			
		15		Гвинт M12x40 ГОСТ11738-85	4			
		16		Гвинт M8x18 ГОСТ14475-85	4			
		17		Гвинт M16x70 ГОСТ11738-85	2			
		18		Гвинт M6 OСТ4924	2			
		19		Гайка M12 ГОСТ2526-85	3			
		20		Гайка M16 ГОСТ2526-85	1			
<b>020-003-0088 П2</b>								
Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата				
Разраб.					Лит.	Лист	Листов	
Проб.								
Н.контр.					КПІ			
Утв.					гр. ЛМ-81			
Кондуктор для свердління 4-х отв. $\phi 17$ та 2-х отв. $\phi 11,8$								

Копировав

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
Перв. примен.		21		Втулка $\phi 17$ ОСТ4923	4	
		22		Втулка $\phi 11,8$ ОСТ4924	2	
		23		Втулка $\phi 18$ ОСТ4922	2	
		24		Втулка М16х30 ГОСТ12464-85	1	
		25		Втулка $\phi 16$ ГОСТ12214-85	3	
		26		Опора $\phi 20 \times 10$ ГОСТ13441-75	2	
		27		Шайба 2-12.36.01 ГОСТ6958-75	3	
		28		Рукоятка М10 ГОСТ4742-75	1	
		29		Шайба під $\phi 16$ ГОСТ4087-85	1	
		30		Кільце СГ30-19-3,5 ГОСТ6418-75	1	
		31		Призма під $\phi 120$ ГОСТ12197-75	1	З допрацюванням
		32		Штифт 12х60 ГОСТ3128-75	2	
Справ. №						
Подп. и дата						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
				<b>020-003-0088 П2</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Проб.						2
Н.контр.					КПІ	
Утв.					зр. ЛМ-81	
Кондуктор для свердління 4-х отв. $\phi 17$ та 2-х отв. $\phi 11,8$						
Копирвал					Формат А4	

## Список використаної та рекомендованої літератури

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Вышэйшая шк., 1983.- 256 с.
2. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни „Технологія машинобудування” для студентів факультету хімічного машинобудування та поліграфічного факультету (Укл. С. С. Добрянський, В. К. Фролов, В. Л. Шестаков) – К.: КПІ, 1996. – 78 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: Т.1, 2 /под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985-1986.
4. Справочник: Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
5. Справочник металлста: Т. 1-5 /Под ред. А. К. Малова. – М.: Машиностроение, 1976-1978.
6. Справочник нормировщика-машиностроителя: Т.2 /Под ред. Е. И. Стружестраха. – М.: Машгиз, 1961. – 890 с.
7. Справочник. Приспособления для металлорежущих станков / А. К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1979. – 383 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 894 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 493 с.
10. Расчет режимов резания при точении. Методические указания и контрольные задания по дисциплине « Теория резания». Для самостоятельной работы студентов специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» и слушателей ФПК / Сост. В. В. Коваленко и др. – К.: КПИ, 1987. – 64 с.
11. Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Теория резания». Для студентов специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» и слушателей ФПК. Расчет режимов резания при сверлении /Сост. В. В.Коваленко и др. К.: КПИ, 1985. – 60 с.
12. Справочник конструктора-машиностроителя: Т. 1-3. /В. И. Анурьев М.: Машиностроение, 1978.
13. Справочник технолога. Обработка металлов резанием /Под ред. А. Г. Монахова. – М.: Машиностроение, 1974. – 598 с.
14. Терликова Т. Ф., Мельников А. С., Баталов В.И. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение. 1980. – 118 с.
15. Справочник технолога: Обработка металлов резанием /Под ред. А. А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 735. с.



16. Добрыднев И. С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
17. Нефедов Н. А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. – М.: Высш. шк., 1986. – 239 с.
18. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1975.- 658 с.
19. Справочник. Станочные приспособления: Т. 1, 2 /Под ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984.
20. Справочник. Режимы резания металлов /Под ред. Ю. З. Барановского. – М. Машиностроение, 1972. – 407 с.
21. Методические указания к расчету припусков по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальности 0501 /Сост. В. В. Душинский и др. – К.: КПИ, 1986. – 72 с.
22. Методические указания к изучению дисциплины «Конструирование станочных приспособлений». Расчет сил закрепления заготовок. Для студентов специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» /Сост. П. А. Павличенко и др. К.: КПИ, 1987. – 52 с.
23. Справочник инструментальщика /И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
24. Оформление технологической документации. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» всех форм обучения /Сост. Б. З. Душинский и др. – К.: КПИ, 1988. – 55 с.
25. Мягков В. Д. Допуски и посадки. Т. 1,2. – Л.: Машиностроение, 1982.
26. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1979. – 343 с.
27. Справочник. Краткий справочник конструктора / Гжиров Р. И. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.
28. Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. В двух книгах. – М.: Машиностроение, 1988.

## Зміст

Загальні положення.....	3
Мета і завдання курсової роботи (проекту).....	3
Тема та обсяг курсової роботи (проекту).....	3
Оформлення розрахунково-пояснювальної записки.....	4
Оформлення графічного матеріалу.....	6
Захист курсової роботи (проекту) .....	8
Приклад виконання курсової роботи (проекту) .....	8
Вступ.....	9
1. Технологічний розділ.....	9
1.1. Технологічний контроль якості креслення.....	9
1.2. Аналіз службового призначення деталі і умов її роботи у вузлі.....	10
1.3. Визначення типу і форми організації виробництва.....	11
1.4. Опрацювання конструкції заготовки та деталі на технологічність.....	11
1.5. Вибір заготовки і її техніко-економічне обґрунтування.....	13
1.6. Вибір типового технологічного процесу і типових схем обробки поверхонь.....	14
1.7. Розробка маршрутного технологічного процесу.....	15
1.7.1. Вибір технологічних баз і обґрунтування прийнятої схеми базування.....	15
1.7.2. Вибір устаткування, верстатних пристроїв, різальних та вимірювальних інструментів.....	16
1.8. Розробка операційного технологічного процесу.....	21
1.8.1. Визначення припусків на механічну обробку.....	21
1.8.1.1. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом.....	21
1.8.1.2. Визначення припусків аналоговим методом.....	28
1.8.2. Визначення режимів різання.....	28
1.8.2.1. Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом.....	28
1.8.2.2. Визначення режимів різання аналоговим методом.....	33
1.8.3. Визначення норм часу.....	33
Конструкторський розділ.....	36
2.1. Проектування принципової схеми пристрою.....	36
2.2. Розрахунок сил закріплення та розмірів приводу.....	37
2.3. Опис конструкції і принципу роботи пристрою.....	42
Висновки.....	43
Додатки.....	44
Список використаної літератури.....	76

**Для нотаток**