

ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ РОБЕРТА ЕЛЬВОРТІ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри прикладної механіки

Пузирьов О.Л.

«12» 06 2023 р.

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності
131 «Прикладна механіка»

на тему:

«Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі
корпус Н109.02.101 диска маркера»

Дуров Олександр Олександрович

Керівник кваліфікаційної роботи:

Пузирьов Олександр Леонідович, кандидат
технічних наук, завідувач кафедри прикладної
механіки та інформаційних технологій

Роботу рекомендовано до захисту на
засіданні кафедри прикладної механіки

Протокол № 10 від

«9» 06 2023 р. Завідувач кафедри
прикладної механіки

Пузирьов О.Л. Пузирьов О.Л.

Роботу захищено на засіданні ЕК з
оцінкою

добре 1 8 86

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Протокол № 5 від «13» 06 2023 р.

Голова ЕК *Пузирьов О.Л.*

ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

Завідувачу кафедри прикладної механіки
к.т.н. Пузирьову О.Л.
студента IV курсу групи ЗПМ - 19
Дурова Олександра Олександровича

Навчальний заклад: Інститут економіки та інженерії
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

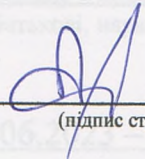
ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри прикладної механіки
Пузирьов О.Л.
«02» лютого 2023 р.

ЗАЯВА

Прошу затвердити тему кваліфікаційної роботи «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі корпус Н109.02.101» та керівника Пузирьова Олександра Леонідовича кандидата технічних наук, завідувача кафедри прикладної механіки.

З графіком виконання кваліфікаційної роботи ознайомлений

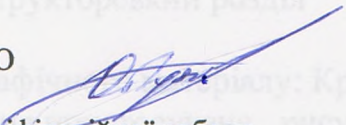
«2» лютого 2023р.




(підпис студента)

3. Навести дані до роботи: Креслення деталі «Корпус Н109.02.101»,
Заводський технологічний процес виготовлення деталі
Річний обсяг випуску: 1500 шт.
Тип виробництва - серійне
Технічні характеристики
використовуваного обладнання

4. Зміст розрахунково-конструкторської записки:
1. Загальний технічний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ

ПОГОДЖЕНО

Керівник кваліфікаційної роботи
Завідувач кафедри прикладної механіки

СХВАЛЕНО

Завідувач кафедри прикладної механіки

Пузирьов О.Л. «3» лютого 2023 р

Пузирьов О.Л. «3» лютого 2023 р

ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ РОБЕРТА ЕЛЬВОРТИ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної механіки
Пузирьов О.Л.

«6» лютого 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
для кваліфікаційної роботи студентів**

Дуров Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу виготовлення
деталі корпус Н109.02.101 диска маркера

Керівник роботи Пузирьов Олександр Леонідович к.т.н.

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

2. Строк подання роботи до захисту 6.06.2023 – 7.06.2023

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі «Корпус Н109.02.101»,
Заводський технологічний процес виготовлення деталі
Річний обсяг випуску: 1500 шт.
Тип виробництва - серійне
Технічні характеристики
використовуваного обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Загальний технічний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ

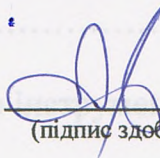
5. Перелік графічного матеріалу: Креслення деталі, креслення заготовки,
креслення пристосування , рисунки, таблиці

Дата видачі завдання: «6» лютого 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

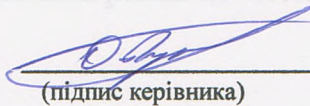
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Складання плану виконання роботи	6.02.2023 – 10.02.2023	
2.	Підбір та вивчення літературних джерел з метою кваліфікаційної роботи	10.02.2023 – 15.02.2023	
3.	Підготовка та подання науковому керівнику: - першого розділу - першого розділу - третього розділу - вступу та висновків	1.03.2023 - 15.02.2023 17.04.2023 - 12.-5.2023 22.05.2023 – 26.05.2023 29.05.2023 – 31.05.2023	
4.	Подання робочого варіанту роботи керівнику	1.06.2023 – 2.06.2023	
5.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	2.06.2023 – 5.06.2023	
6.	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	6.06.2023 – 7.06.2023	
7.	Рецензування роботи. Підготовка документів, що подаються до ЕК (листи, довідки, інформаційний листок, висновок-виписка, опубліковані статті). Нормо-контроль секретаря ЕК	7.06.2023 – 9.06.2023 7.06.2023 – 8.06.2023 9.06.2023	
8.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту	12.06.2023	
9.	Подання роботи та супровідних документів до ЕК	14.06.2023	
10.	Захист роботи	23.06.2023	

Студент


(підпис здобувача)

Дуров О.О.

Керівник роботи


(підпис керівника)

Пузирьов О.Л.

Зміст

Анотація.....	7
Вступ.....	8
1. Загально технічний розділ.....	9
1.1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі.....	9
1.2. Аналіз технологічних вимог до виготовлення деталі.....	11
1.3. Аналіз на технологічність конструкції деталі.....	14
1.4. Аналіз заводського технологічного процесу механічної обробки деталі.....	19
1.5. Висновок аналізу базового технологічного процесу.....	22
1.6. Визначення типу та форми організації виробництва.....	23
1.7. Аналіз вибору конструкційного матеріалу заготовки.....	26
1.8. Обґрунтування вибору технологічних баз для токарної операції....	29
1.9. Функціональне призначення поверхонь.....	32
2. Технологічний розділ.....	34
2.1. Розроблення вдосконаленого технологічного процесу обробки деталі.....	34
2.3. Вибір засобів технологічного обладнання для свердлильної операції.....	36
2.4 Вибір ріжучого інструменту для операції свердління.....	41
2.5 Розрахунок режимів різання.....	43

3. Конструкторський розділ.....	53
3.1. Верстатне пристосування для свердлильної операції з ЧПК.....	53
3.2. Визначення похибки при базуванні заготовки.....	56
3.3. Визначення сили затискання заготовки.....	57
Висновки.....	59
Список використаної літератури.....	61
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	

Анотація

Дуров О.О. Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі корпус Н109.02.101. – Кваліфікаційна робота зі спеціальності 131 «Прикладна механіка». – Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті, Кропивницький, 2023.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи складається з 51 аркуша формату А4, яких наведено вдосконалення технологічного процесу в умовах серійного виробництва. Також в пояснювальну записку входять 6 ескізів, 2 тривимірних зображення, 7 рисунків, 7 таблиць. В додатки входить креслення деталі, креслення заготовки, креслення пристосування.

Метою данної роботи є, впровадження більш досконалого технічного устаткування, пошук шляхів підвищення продуктивності праці і якості виготовленої продукції. Для отримання високих технологічних показників в данній роботі виконується об'єднання декількох заводських операцій в одну за рахунок використання універсального верстата, а також підбір більш вдосконаленого металоріжучого інструменту. У цій роботі описано порядок та всі етапи вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус Н109.02.101».

Ключові слова: деталь технологія виробництва, технологічний процес, токарна операція, свердлильна операція, верстати з ЧПК.

ВСТУП

Машинобудування - це головна галузь світової промисловості, на неї припадає близько 35% вартості світової промислової продукції. Машинобудування є найважчим виробництвом серед усіх галузей промисловості. Розвиток машинобудування здійснюється за рахунок розробки принципово нових конструкцій машин та технологій їх виготовлення.

Сучасне машинобудування значно відрізняється від машинобудування п'яти – десятирічної давності. В даний час ця галузь ґрунтується на наукомістких, комп'ютерних технологіях. Саме в цьому і полягає основна відмінність – розвиток та процвітання галузі залежить не тільки від кількості та якості електроенергії та ресурсів, а й від технологій, що застосовуються. З'явилася можливість виробництва спеціалізованих машин та роботів, що мають високу ефективність, різноманітні налаштування. При цьому механічні вузли поступово замінилися інтелектуальними, що дозволяє не тільки прискорити виробничі процеси, а й скоротити використовувані площі.

Сільськогосподарське машинобудування також розглядає ті ж питання з врахуванням особливостей конструкції виробів. Основними напрямками є розробка не ресурснозатратних технологій (з мінімальними витратами на час, та матеріалів на виробництво, розробка безперервних виробничих технологій з автоматизацією і мінімальною участю працівників). Розробка екологічного та безвідходного виробництва.

Це все допоможе підвищити техніко – економічну ефективність виробництва, зменшити витрати матеріалу та інструменту, збільшити кількість та підвищити якість продукції, зменшити собівартість, підвищити рівень виробництва та продуктивність виробничого процесу.

1. Загально технічний розділ

1.1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі.

Деталь «Н 109.02.101» відноситься до класу «тіла обертання», порожнисті циліндри, явно вираженою фланцевою частиною $\varnothing 115$ мм і маточиною $\varnothing 65$ мм. Діаметр центрального отвору – 52. Деталь має досить жорстку конструкцію. «Корпус Н 109.02.101», працює при підвищених статичних і динамічних навантаженнях.

Деталь «Корпус Н 109.02.101» (рисунок 1.1) застосовується у вузлі диска маркера СШЕ 04.120 (рис. 1.2), і слугує з'єднуючим елементом між диском «Н 154.00.419-04» та вісю «СШЕ 04.130». Кронштейн з вісю через втулку Н 109.02.801 встановлюється в отвір $\varnothing 52$ Н9 та закріплюється шплінтом. В корпус «Н 109.02.101» в отвір $\varnothing 52$ К7 встановлюються підшипники 205 ГОСТ 8338-75, та через 3 отв. $\varnothing 8,43^{+0,3}$ болтами М10-6gx45.66.019 з гайкою М10-6Н.6.019, фланцевою поверхнею $\varnothing 115$ кріпиться до диску Н 154.00.419-04.

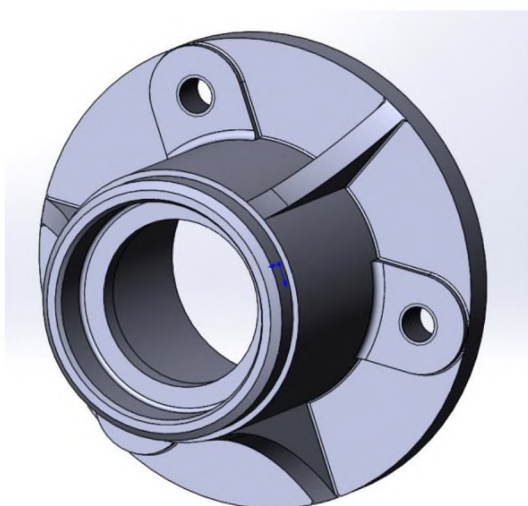


Рис. 1.1 Тривимірна модель корпус Н 109.02.101

Диск маркер СШЕ 04.120 застосовується для утворення сліду на незасіяній частині поля та забезпечення точності висіву на пневматичних сівалках точного висіву рис 1.3.

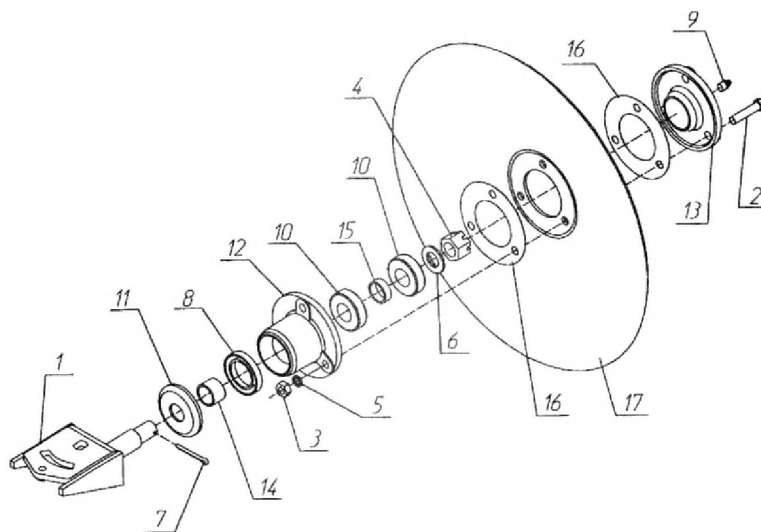


Рис 1.2. Вузол диска маркера СШЕ 04.120.

Опис вузла: 1.Вісь СШЕ 04.130; 2.Болт М10-6gx45.66.019; 3.Гайка М10-6Н.6.019; 4.Гайка М20-6Н.6.019; 5.Шайба 10 65Г 019; 6.Шайба 20.01.10 019; 7.Шплінт 4x40.019; 8.Манжета 1.2-30x52-1; 9.Маслянка 1.2 Цбхр; 10.Підшипник 205 ГОСТ 8338-75; 11. Ковпачок Н 109.01.403-01; 12.Корпус Н 109.02.101; 13.Кришка Н 109.02.102; 14. Втулка Н 109.02.801; 15. Втулка Н 109.02.802; 16.Прокладка Н-109.03.001-01; 17.Диск Н 154.00.419-04.[6]



Рис. 1.3 Пневматична сівалка точного висіву [6]

Пневматичні сівалки розроблені спеціально для господарств від 500 до 2000 га. Створені з урахуванням сучасних конструкційних рішень для Mini Till, які дозволяють знизити собівартість виробленої продукції. Призначені для точного висіву за мінімальною та традиційною технологією обробітку. Забезпечують посів насіння кукурудзи, соняшника, сої та інших просапних культур з одночасним внесенням мінеральних добрив та прикочуванням ґрунту у засіяних рядках.

Mini Till технологія система якої складається з мінімальної обробітку ґрунту, шляхом змішування тільки верхніх шарів. Завдяки цій технології втрачається мало ґрунтової вологи, та близько 30% поживних речовин залишається на поверхні ґрунта.

Напівпричіпні сівалки не вимагають використання тракторів великої потужності та забезпечені транспортними пристроями, що дозволяють перевозити сівалку дорогами загального призначення [6].

1.2. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Аналіз базового креслення деталі «Корпус Н 109.02.101» [Додаток А] показує, що деталь на кресленні має достатню кількість видів та перерізів, що відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи», та дає повне уявлення про всі її конструктивні особливості та розташування.

Форми, розташування, розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски всіх поверхонь проставлені згідно вимог з ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу, задану деталь виготовити потрібної точності, відповідно до її службового призначення.

Технічні вимоги які надані для виготовлення деталі, та їх нанесення відповідно до ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на

графічних документах». Відповідають також правила заповнення основного напису згідно з ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи». Тому, приходимо до висновку, що креслення виконано згідно вимог ЄСКД та ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Проаналізувавши базове креслення деталі «Корпус Н109.02.101» можливо виявити ряд поверхонь, а саме внутрішніх циліндричних поверхонь деталі, до яких пред'являють досить високі технічні вимоги щодо точності розмірів, взаємного розташування, допусків форми та чистоти поверхні. В основному це поверхні які виконують функції основних та допоміжних конструкторських баз, а також виконавчі бази.

Деталь має низку допусків на виготовлення. Розглянемо деякі з них. Вимоги щодо точності розмірів: найбільш точними поверхнями деталі є циліндричні поверхні отвору 52K7 та отвору 52H9 і зовнішня поверхня маточини 62h14. Базування підшипників в корпусі за посадкою K7 забезпечує високий рівень центрування виробу, що дозволяє більш точно сумістити вісь та диск у вузлі, в результаті зменшуються інерційні навантаження під час їх обертання.

Вимоги щодо шорсткості поверхонь: шорсткість забезпечує ступінь прилягання, контактну жорсткість сполучених поверхонь. Чим більша шорсткість, тим менша площа контакту і опорна поверхня. Шорсткість основних та базових поверхонь відповідає рівню $Ra = 2,5$ мкм.

Згідно з загальними рекомендаціями торцева поверхня корпусу має бути строго перпендикулярна щодо центральної осі деталі. Допустиме відхилення від перпендикулярності не повинне перевищувати 0,02–0,03 мм, а шорсткість поверхні $Ra = 2,5$ мкм.

Допуски циліндричної поверхні отвору 52K7 мкм призначені для забезпечення посадки підшипника з натягом, щоб унеможливити його провертання під час навантаження. Так як при циркуляційному навантаженні кільце підшипника

сприймає радіальне навантаження послідовно всім колом доріжки кочення і передає його всій посадковій поверхні корпусу.

Кресленням регламентовані вимоги щодо твердості матеріалу деталі: 170 – 240 за шкалою НВ. Замір твердості необхідно виконувати на фланцевій поверхні Ø 115 до чистового оброблення поверхні.

Матеріал деталі – СЧ 20 ДСТУ 8833:2019. Обраний спосіб отримання заготовки – лиття в піщано – глинисті форми (див. креслення заготовки додаток Б). Сірий чавун з пластинчастим вуглецем, деталі які виготовляють з нього, мають досить високу міцність та зносостійкість при роботі в умовах тертя і характеризуються меншою ніж сталь, чутливістю до концентраторів механічних напружень. Застосовується для виготовлення деталей, які працюють при підвищених статичних і динамічних навантаженнях. [2]

Сірий чавун позначають початковими літерами СЧ та значеннями тимчасового опору при розтягуванні (СЧ20 – сірий чавун з тимчасовим опором при розтягуванні 20 кгс/мм² (200 МПа)). [2]

Хімічний склад СЧ 20 ДСТУ 8833:2019 наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Стандарт	Вуглець С	Кремній Si	Марганець Mn	Сірка S	Фосфор P	Хром Cr	Залізо Fe
ДСТУ 8833:2019	3,3 – 3,5	1,5 – 2,4	0,4 – 0,9	≤0,015	≤0,02	≤0,15	± 93

Також для сірого чавуну допускається незначне легування різними легуючими елементами, такими як мідь, хром, нікель.

Фізичні властивості сірого чавуну:

а) щільність $\rho=7,1 \cdot 10^3 \text{кг/м}^3$;

- б) усадка лінійна $\varepsilon = 1,2\%$;
- в) Модуль пружності на розтягування $(850-1100) \cdot 10^{-2}$ МПа;
- г) питома теплоємність при температурі від 20 до 200°C, $C = 480$ Дж(кг·К);
- д) теплопровідність при 20°C, $\lambda = 54$ Вт (м·К);
- е) коефіцієнт лінійного розширення за температурою від 20 до 200°C, $\alpha = 9,5 \cdot 10^{-6}$ (1/°C).

Виходячи з функціонального призначення деталі, аналізу технічних вимог можна зробити такі висновки: призначені конструктором розмірна та геометрична точність забезпечать нормальну роботу механізмів. Зниження вимог до точності та взаємного розташування поверхонь може призвести до появи додаткових динамічних навантажень, зниження довговічності та надійності роботи диска маркера.

1.3. Аналіз на технологічність конструкції деталі

Деталь «Корпус Н109. 02.101» в умовах даного виробництва виготовляється за допомогою лиття в пісчано – глинисті форми. Заготовка – виливок має не складну форму, але передбачає застосування пісчаного стрижня, для отримання центрального отвору.

З аналізу креслення заготовки [додаток Б] приходимо до висновку, що така, форма виливки є досить близькою форми вже готової, обробленої деталі. Завдяки цьому підвищується продуктивність праці за рахунок зменшення припусків на механічну обробку та відповідно суттєво зменшує час обробки, необхідного на зняття припусків та напусків.

Аналіз матеріалу заготовки «Корпус Н109. 02.101» вказує на те, що метод для її виготовлення з сірого чавуну марки СЧ20 ДСТУ 8833:2019 є досить доцільним та

обґрунтовується високими характеристиками міцності та вимогами, що пред'являють до деталі під час її експлуатації.

Хімічний склад сірого чавуну СЧ20, його структура та фізико – механічні властивості описані в другому розділі цієї роботи.

Деталь «корпуса» працює під навантаженням, слугуючи опорою для вісі кронштейна, що обертається усередині нього. В цих умовах деталь піддаватиметься значному навантаженню, тому потрібно мати матеріал з високою міцністю при розливі (до 196 МПа) та достатньою межею міцності при вигині (до 392 МПа), щоб забезпечити працездатність "корпуса" під час динамічних та розтягово-стискальних навантажень з можливим крутінням. Сірий чавун для цих цілей є відмінним варіантом, оскільки він має потрібні механічні характеристики. Також одна з переваг чавуну, є його хороша оброблюваність різанням, що робить його досить технологічним матеріалом для механічної обробки лезовим інструментом.

При використанні твердосплавного ріжучого інструменту можливо отримати необхідну точність і необхідну шорсткість поверхонь в межах (1,6 – 3,2) мкм Ra.

Таким чином, для виливків, виготовлених у піщано-глинистих формах згідно стандарту ДСТУ 8833:2019 вважається прийнятним і технологічним. Ці відносно не високі вимоги щодо можливості досягнення необхідної якості заготовки за даного методу виробництва.

Заготовка «корпуса» (рис 1.4) являє собою вилівок циліндричної форми з центральним отвором, габаритними розмірами в межах $\varnothing 115 \times 70,5$, при мінімальній товщині стінки в 10,5 мм, що говорить про її високу жорсткість.

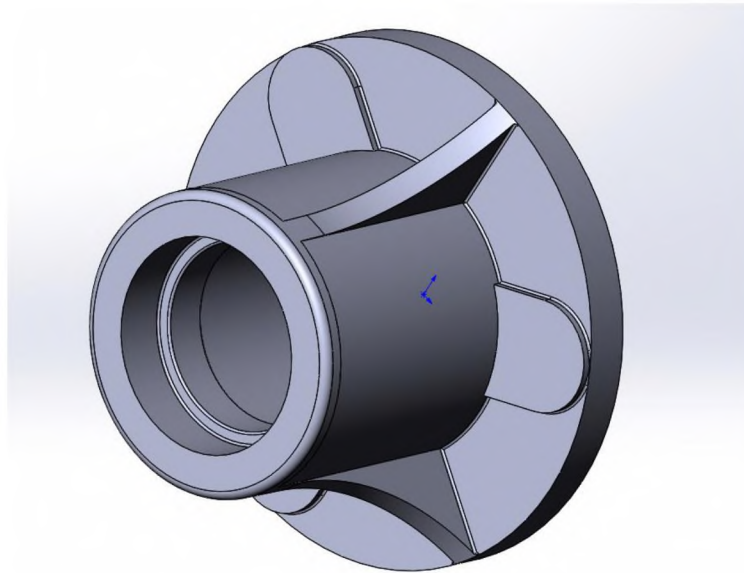


Рис 1.4 Тривимірна модель заготовки

В цілому, описана деталь має просту конфігурацію, та корпусну конструкцію, незначні перепади в діаметрах і невеликі за розмірами припливи в яких виконуються кріпильні отвори.

Заготовка за своєю конфігурацією є порівняно простою і являє собою корпусну конструкцію з порівняно невеликими за діаметром перепадами зовнішніх і внутрішніх ступенів і незначними за габаритами приливами, в яких виконуються кріпильні отвори.

За геометричною формою поверхонь «корпуса», його конструкція досить проста і порівняно технологічна і є тілом обертання типу «диск» з відношенням довжини до її діаметра $L/D_{max} < 0,6$. Деталь у лівій частині має ступінь з діаметром 115 мм шириною 10 мм і трьома скошеними ребрами жорсткості по зовнішній поверхні фланця під кутом 60 на відстані 22 мм від його правого торця. У правій частині деталі розташована обробляема циліндрична поверхня 62h14 та ступінь 65 мм. У центральному отворі 52K7 розташована необробляема ступінь 40 на відстані 48мм від лівого торця та шириною 10,5мм. Таким чином деталь «корпус» являє собою досить жорсткий і компактний виріб, що є технологічним фактором, який дозволяє проводити високопродуктивну, багато інструментальну механічну обробку на високих режимах різання.

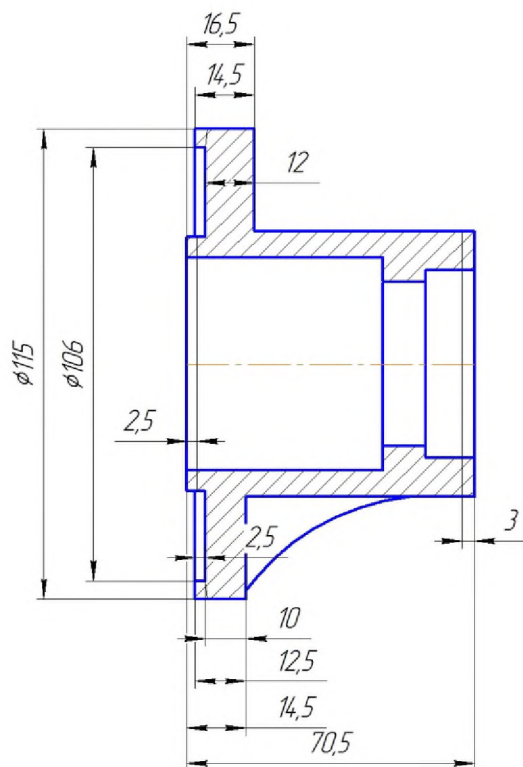


Рис 1.5 Ескіз заготовки.

Деталь має форму з відсутніми різкими переходами між циліндричними та торцевими поверхнями, зовнішніми та внутрішніми ступенями, для цього між ними виконуються фаски, радіусні переходи, завдяки цьому на деталі усуваються концентратори напружень, підвищується її експлуатаційна надійність тобто технологічність.

Правильне проставлення розмірів виконане в кресленні [додаток А], продукує поєднання технологічних і вимірювальних баз, та тим самим усуває похибки базування, під час механічної обробки заготовки. Це також підвищує точність оброблення поверхонь заготовки, що також впливає на технологічність деталі.

Поверхні деталі «корпус» загалом порівняно раціональні, а в процесі механічної обробки та отримання заготовки, їх якість дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та інструмент, багато різцеві налагоджування, првести деякі операції на прохід.

Також разом з цим, у конфігурації деталі «корпус» є деякі нетехнологічні елементи. В першу чергу до них відноситься перепад зовнішніх та внутрішніх ступенів діаметру, що унеможлиблює в межах однієї операції на одному верстатному пристосуванні оброблювати заготовку за один установ, що призводить в цьому випадку до розділення цієї операції на декілька установ заготовки, а значить, знижує точність поверхонь та продуктивність всієї механічної обробки, цим самим підвищуючи її собівартість. Тим самим, для досягнення необхідної якості поверхонь необхідно використовувати різноманітне, спеціальне технологічне оснащення, що дозволяє забезпечувати необхідну кількість переустановок заготовки. Не досить технологічним слід вважати виконання в деталі ступінчастого центрального отвору 52K7, що також не дозволяє виконувати його розточування напрохід з однієї установки на високих швидкостях різання.

З умов застосування малопродуктивних методів оброблення, нетехнологічним слід вважати оброблення свердління та оброблення трьох отворів $\varnothing 8,43^{+0,3}$. Для їх свердління, розсвердлювання та нарізання різьби потрібно виконувати в три етапи на різних верстатах. У результаті знижується продуктивність оброблення, підвищується трудомісткість та її собівартість.

Трудомісткість механічної обробки деталі підвищує її досить висока точність $\varnothing 52 K7 \left(\begin{smallmatrix} +0,009 \\ -0,021 \end{smallmatrix} \right)$ та шорсткість в межах Ra 2,5 мкм внутрішньої циліндричної поверхні, при загальній шорсткості поверхонь деталі в межах Ra 12,5 мкм. Також досить високі вимоги до точності взаємного розташування поверхонь, радіальне биття зовнішніх циліндричних поверхонь $\varnothing 62h14\text{мм}$ та $\varnothing 115\text{мм}$ щодо центрального отвору $\varnothing 52\text{мм}$, торцеві биття внутрішнього торця фланця та зовнішнього торця маточини щодо отвору 52K7

За іншими параметрами та конфігурацією деталь є досить технологічна та труднощів під час її механічної обробки не передбачається.

На креслені деталі [додаток А] використано метод комбінованого проставлення розмірів, що в процесі механічної обробки забезпечує зручність у вимірюванні. В

загальному випадку розмірні ланцюги забезпечують визначення всіх конструктивних елементів деталі. Враховуючи досить високу розмірну точність поверхонь що піддаються обробці, та точність їх взаємного розташування, під час обробки різанням заготовки слід максимально дотримуватись принципу єдності та сталості баз. Також за один установ намагаються обробити максимально можливу кількість поверхонь.

Що до роботи у вузлі, та складання потрібно відзначити, що деталь «Корпус Н109.02.101» [рис 1.1] знаходиться у вузлі «Диска маркера СШЕ 04.120» [рис 1.2] пневматичної сівалки та має можливість легко встановлюватись та демонтуватись під час експлуатації і ремонту, тим самим впливаючи на підвищену її технологічність.

В результаті проведеного аналізу конструктивних можливостей деталі, приходимо до висновку, що в цілому «Корпус Н109.02.101» є технологічним виробом.

1.4. Аналіз заводського технологічного процесу механічної обробки деталі

Для аналізу заводського технологічного маршруту виготовлення деталі «Корпус Н109.02.101» складемо таблицю 1.2, в якій вкажемо стислий зміст технологічних операцій, базування заготовки, також металообробне обладнання та інструмент.

Таблиця 1.2

№ з/п операції	Найменування операції	Вміст операції	Базування заготовки	Ріжучий інструмент	Обладнання
1	2	3	4	5	6
110	Токарна з ЧПУ	Підрізати торець Ø65 «на чисто». Підрізати торець Ø115, витримуючи розмір Ø62. Точить фаску під кутом 6° до Ø106. Розточить отвір Ø51H11 ^(+0,16) , витримуючи розмір 480,3). Точить фаску 2,5x45° на поверхні Ø51H11 ^(+0,16) . Розточить отвір Ø52K7), витримуючи розмір 480,3).	В патроні до упору в торець.	Державка з пластиною з твердого сплаву WNMG080 408-ТМ Т9115.	Токарний центр з ЧПК SL – 30HE
115	Токарна з ЧПУ	Підрізати торець Ø65, витримуючи розмір L65(-1). Точить поверхню до Ø62h14(-0,74), витримуючи розмір L80,3). Точить фаску 2x45° на поверхні Ø62h14(-0,74). Розточити отвір Ø52H9 ^(+0,074) , витримуючи розмір 12(-0,43)	В патроні до упору в торець.	Державка з пластиною з твердого сплаву WNMG080 408-ТМ Т9115	Токарний центр з ЧПК SL – 30HE
120	Вертикально - свердлильна	Свердлити по чергово 3 отвори Ø8,43 ^(+0,03) .	В кондукторі	Сверло з швидкорізальної сталі P6M5 Ø8,43	Верстат вертикальний – свердлильний 2Н135
125	Вертикально - свердлильна	Розсвердлити фаску 1x45° по чергово 3 отвори Ø8,43.	В кондукторі	Сверло з швидкорізальної сталі P6M5 Ø12,2	Верстат вертикальний – свердлильний 2Н135
130	Різьбонарізна	Нарізати різьбу M10x1-7H на прохід.	В кондукторі	Метчик M10x1.0	Напівавато мат різьбонарізний 5053

Заготовку для деталі «Корпус Н109.02.101» отримують литтям в піщано-глинисті форми з подальшим штучним старінням на дробоструминній операції – для зняття внутрішніх напружень. Такий метод отримання заготовки досить простий, і при цьому спостерігається високий коефіцієнт використання матеріалу.

У заводському технологічному процесі на перших операціях оброблюють поверхні, які в подальшому виконуватимуть роль технологічних баз. Зокрема, на першій операції підрізають торці заготовки, точать фаску під кутом 6° , розточують внутрішню циліндричну поверхню з технологічними допусками: чорнову $\varnothing 51H11^{(+0,16)}$ і з допуском чистової обробки $\varnothing 52K7$). На другій операції також підрізають торець $\varnothing 65$ проточують зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 62h14_{(-0,74)}$, та розточують внутрішню циліндричну поверхню $\varnothing 52H9^{(+0,074)}$. В операціях точіння використовують інструмент державку з пластиною WNMG080408 – ТМ Т9115 з твердого сплаву. Можна відзначити, що спочатку йдуть операції чорнові, пов'язані зі зняттям великих припусків, а далі чистові, що відповідає загальноприйнятим рекомендаціям щодо складання технологічних процесів.

Третьою операцією є свердління по чергово трьох отворів $\varnothing 8,43^{(+0,03)}$ в зазначених ділянках на фланці заготовки. Виконується дана операція свердлом $\varnothing 8,5$ ДСТУ (ГОСТ) 10902:2008 з швидкорізальної сталі.

Четвертою операцією йде розсвердлювання фаски $1 \times 45^\circ$ по чергово трьох отворів $\varnothing 8,43$. Яка виконується свердлом $\varnothing 12,2$ ДСТУ (ГОСТ) 10903:2008 з швидкорізальної сталі.

Остання, п'ята операція нарізання різьби М10х1-7Н на прохід, мітчиком М10х1,0.

Аналіз заводського технологічного процесу механічної обробки заготовки показує, що операції 120 свердління, 125 розточування та 130 нарізання різьби виконують в три операції, причому всі на різних верстатах. Це зайве ускладнює механічну обробку, збільшує допоміжний час на установку заготовки. На операції свердління та розточування в якості ріжучого інструменту застосовується спіральні

свердла, зі швидкорізальної сталі Р6М5. Все це знижує продуктивність обробки і підвищує її собівартість.

Виходячи з цього, для вдосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки слід передбачити замість двох верстатів радіально-свердлильного верстата, та різьбонарізного напівавтомата які використовуються на операціях 120, 125 та 130, координатно-свердлильний верстат ще й оснащеного системою ЧПК щоб виключити застосування кондукторного пристосування.

За для більшої автоматизації серійного виробництва було б бажаним більш ширше використовувати обладнання з ЧПК. Це вплинуло б на зниження кваліфікації працівників та суттєво підняти продуктивність металообробки, практично зовсім нівелювати ручну працю.

В якості ріжучого інструменту замість спірального свердла, зі швидкорізальної сталі Р6М5, можливе використання твердосплавного ріжучого інструменту, що дасть змогу підвищити процес різання та скоротити час обробки заготовки.

Аналізуючи технологічний процес, бачимо, що базування, устаткування та оснащення відповідають заданій програмі випуску і оптимальній формі організації виробництва. Верстати розташовані за типами обробки. Заготовки для обробки встановлюють на верстати та транспортують між дільницями та операціями за допомогою ручних та гідравлічних візків НРV 25.

1.5. Висновок аналізу базового технологічного процесу

В результаті аналізу заводського технологічного процесу механічної обробки деталі можна сформулювати такі висновки та пропозиції:

1. Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі в цілому є раціональним, під час його реалізації виконується принцип поетапності, при виборі схем базування заготовки виконуються принципи суміщення та постійності баз. Все це сприяє підвищенню якості оброблюваних поверхонь.

2. В умовах базового технологічного процесу заготовка отримується литтям в пісчано-глинисті форми, що в цілому відповідає умовам серійного виробництва, однак, остаточний висновок про раціональність даного способу отримання заготовки, можна зробити тільки після техніко-економічного обґрунтування.

3. Аналіз радіально-свердлильної та різьбонарізної операцій заводського технологічного процесу механічної обробки деталі показав їхню велику кількість переустанов заготовки, що викликано застосуванням вузько орієнтованих верстатів. Під час складання перспективного технологічного процесу бажано зменшити кількість установ заготовки за рахунок об'єднання операцій на одному верстаті. Також на цих операціях можливе підвищення швидкості процесу різання за рахунок використання більш удосконаленого ріжучого інструменту.

1.6. Визначення типу та форми організації виробництва

Відповідно до ГОСТ 3.1108-74 характеризують тип виробництва за коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$, що визначається як відношення всіх різних операцій, виконаний підрозділом протягом місяця, до загальної кількості робочих місць[1].

Виконаємо розрахунок $K_{з.о}$ відповідно до методики. Визначимо кількість необхідного обладнання за формулою [1]

$$K_{з.о} = \frac{F_{д} \cdot 60}{N_p \cdot T_{шт}} \quad (1),$$

де $N_p = 1500$ шт. – річний обсяг випуску деталей відповідно до завдання на проєктування;

$T_{шт}$ – штучний час операцію, хв;

$F_{д} = 3500$ год. – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$K_{з.н} = 0,75$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Результати проміжних обчислень наведемо в таблиці 1.3

Таблиця 1.3

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$K_{з.ф}$	O
1	Токарна	6,38	0,060	1	0,060	12,5
2	Токарна	3,70	0,035	1	0,035	21,4
3	Вертикально-свердлильна	1,34	0,014	1	0,014	53,5
4	Вертикально-свердлильна	1,16	0,012	1	0,012	62,5
5	Різьбонарізна	0,96	0,0090	1	0,0090	83,3
Сума				5		233,2

Отримане значення m_p округляємо до цілих в більшу сторону, отримуємо остаточне значення – P = 1 верстат.

Для кожної операції обчислюємо значення фактичного коефіцієнта хавантаження робочого місця, за формулою:

$$K_{з.ф} = m_p / P \quad (1.2),$$

Кількість операцій, що виконують на робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = K_{з.н} / K_{з.ф} \quad (1.3),$$

Підсумуючи значення P та O по всіх механічних операціях визначимо значення коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{з.о} = O / P = 233,2 / 5 = 46.$$

Умові $20 < K_{з.о} = 46 \leq 40$ відповідає серійному типу виробництва. Для серійного типу виробництва характерним є поняття партії або серії запуску. Визначимо її величину за формулою:

$$n_{\text{п}} = (N \cdot a) / 243,$$

де $a = 4$ – періодичність запуску;

243 – кількість робочих днів на рік.

$$n_{\text{п}} = (1500 \cdot 4) / 243 = 24,7.$$

Остаточню беремо величину партії запуску $n_{\text{п}} = 25$ шт.

Вибираємо перемінно поточну форму організації роботи.

Серійне виробництво займає проміжне положення між одиничним і масовим виробництвом. При серійному виробництві вироби виготовляють партіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції й однакових за розмірами деталей, що запускаються у виробництво одночасно. Основним принципом цього виду виробництва є виготовлення всієї партії (серії) цілком, як при обробці, так і при складанні. Поняття «партія» відноситься до кількості деталей, а поняття «серія» - до кількості машин, що запускаються у виробництво одночасно. Кількість деталей у партії і кількість машин у серії можуть бути різними.

У серійному виробництві, в залежності від кількості виробів у серії, їхньої характеристики і трудомісткості, частоти повторюваності серії протягом року розрізняють: дрібносерійне, середньо серійне, багатосерійне. Коефіцієнт закріплення операцій: $K_{30}=1...10$ – багатосерійне виробництво; $K_{30}=10...20$ – середньо серійне виробництво; $K_{30}=20...40$ – дрібносерійне виробництво [1].

У серійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, що закріплені за визначеними верстатами. Технологічний процес розробляється докладно. Верстати застосовуються різноманітних видів: універсальні, спеціалізовані, спеціальні, агрегатні, автоматизовані[1].

Верстатний парк повинний бути спеціалізований у такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до іншої. При використанні універсальних верстатів повинні широко застосовуватися спеціалізовані і спеціальні

пристосування, різальний інструмент і вимірювальний інструмент у виді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей.

Заготівка при серійному типі виробництва по конфігурації повинна наближатися до готової деталі, коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0,6...0,88. Кваліфікація робітників невисока[1].

Серійне виробництво більш економічне, ніж одиничне, завдяки використанню устаткування, спеціалізації робітників, збільшення продуктивності праці. Усе це забезпечує зменшення собівартості продукції.

Серійне виробництво є найбільш розповсюдженим видом виробництва у машинобудуванні. Деталь необхідно виготовити з мінімальними трудовими і матеріальними витратами, а це залежить від:

- грамотного вибору варіанта технологічного процесу;
- оснащення технологічного процесу;
- застосування спеціальних верстатів, напівавтоматів і автоматів;
- рівня механізації й автоматизації виробництва;
- застосування оптимальних режимів різання обробки деталей[1].

1.7. Аналіз вибору конструкційного матеріалу заготовки.

Від правильності вибору способу отримання заготовки залежить собівартість отриманої деталі. Вибір методу залежить від багатьох чинників: типу виробництва, маси деталі, складності форми, вимог креслення. При цьому необхідно враховувати новітні тенденції в технологіях машинобудування, скорочення витрат матеріалу, зменшення обсягу механічного оброблення, зменшення припусків, так як для механічного оброблення заготовок все більше застосовують верстати з ЧПК, роботизовані машини та автоматичні лінії. Остаточний вибір варіанту проводиться

порівнянням собівартості виготовлення деталі з урахуванням альтернативних методів одержання заготовки. Собівартість деталі визначається підсумуванням собівартості заготовки та вартості подальшого механічного оброблення[2].

«Корпус Н109.02.101» із чавуну марки СЧ20 ДСТУ 8833:2019 і тому спосіб отримання заготовки – «лиття металів і сплавів». У серійному виробництві економічно доцільно виготовляти заготовки литтям в піщано-глинясті форми машинним формуванням по металевим моделям. В одиничному і дрібносерійному виробництвах модельні комплекти, тобто моделі і стержневі ящики виготовляють, частіше за все, дерев'яними. У серійному і масовому виробництвах застосовуються металеві і пластмасові комплекти. Металеві моделі більш точні, що дозволяє зменшити припуски на обробку[2].

За даними джерел виготовлення виливок масою до 10 тон із складністю будь-якої форми, робить економічно вигідним одержання заготовок наведеним способом. Таким чином, розрахунок варіантів способів отримання заготовок зводиться до розрахунку вартості заготовки, що отримана литтям в піщано-глинясті форми машинним формуванням по металевим моделям[2]. Вартість однієї заготовки визначається за формулою[2]:

$$S_3 = 0,001 [C_{\text{об}} \cdot G_B \cdot K_{\text{ТВ}} \cdot K_{\text{СВ}} \cdot K_{\text{МВ}} \cdot K_{\text{ПМВ}} \cdot K_{\text{СТ}} (G_B - G_D) C_{\text{ВХ}}] \quad (1.4)$$

де S_3 – вартість заготовки, грн.;

$G_B = 1,59$ кг – вага заготовки;

$C_{\text{об}} = 55\,000$ грн. – вихідна, оптова ціна тони заготовки;

$G_D = 0,9$ кг – вага деталі;

$C_{\text{ВХ}} = 2$ грн. – ціна 1-го кг відходів.

$K_{\text{ТВ}} = 1,88$ коефіцієнт, що враховує точність заготовки;

$K_{\text{СВ}} = 1,0$ коефіцієнт, що враховує конструктивно – технологічну складність заготовки;

$K_{MB} = 1,0$ коефіцієнт, що враховує марку матеріалу заготовки;

$K_{IMB} = 1,18$ коефіцієнт, що враховує програму річного замовлення та масу заготовки;

$K_{CT} = 1,10$ коефіцієнт, що враховує зменшення товщини стінок відносно базової товщини.

$$S_3 = 0,001[55000 \cdot 1,59 \cdot 1,88 \cdot 1,18 \cdot 1,1 (1,59 - 0,9) \cdot 2] \cong 290 \text{ грн.}$$

Вартість річної партії заготовок визначиться за формулою:

$$E = S_3 \cdot N = 290 \cdot 1500 = 435000 \text{ грн.}$$

Вартість лиття в піщано – глинисті форми менше за вартість лиття в оболонкові форми. При цьому слід пам'ятати, що вилівки, одержані в піщано – глинисті форми порівняно з литтям в оболонкові форми, відрізняються більш низькою точністю розмірів, поверхні є більш грубими, припуски і напуски мають великі розміри.

Розроблення креслення виливної заготовки згідно ДСТУ (ГОСТ) 26645–85 [додаток Б]. Встановлюємо спосіб одержання заготовки із сірого чавуну ГОСТ 1412–85 – лиття в піщано-глинясті форми [рис 1.4].

Таблиця 1.4 – Визначення розмірів заготовки, в міліметрах

Номер поверхні Рис.1.8	Номінальний розмір елемента деталі	Шорсткість	Вид механічної обробки	Величина припуску	Остаточний розмір елемента заготовки
2,11	65-1	12,5	Підрізання торця	2,5	70,5
9	Ø 52K7	2,5	Розточування	6	46
7	65-1	12,5	Підрізання торця	3	70,5
8	Ø 52 H9	2,5	Розточування	6	46
6	Ø 62 h14	2,5	Точіння	3	65

1.8. Обґрунтування вибору технологічних баз для токарної операції.

Основною конструкторською базою деталі є внутрішня циліндрична поверхня та обидві торцеві поверхні. Оскільки додаткових основних конструкторських баз конструктор не передбачив, то використовуємо як ОКБ площину торців і дві внутрішні циліндричні поверхні Ø52K7, та Ø52H9. Торці деталі за кресленням є кріпильними поверхнями.

Відповідно до методу обґрунтування технологічних баз перевіримо можливість використання поверхонь основних конструкторських баз, як загальних технологічних баз.

Аналізуючи технологічні процеси виробництва деталей типу «корпус», робимо висновок, що у переважній більшості конструкцій як загальні технологічні бази використовуються поверхні основних конструкторських баз. Відповідно, що поверхні основних конструкторських баз можуть бути використані як загальні технологічні бази.

Конструктивна реалізація такої схеми базування передбачає використання відповідних пристосувань, обробка торців, внутрішньої циліндричної поверхні та фасок реалізується патроном kitagawa b-210.

Обґрунтування технологічних баз для перших токарних операцій є дуже вагомим ланкою вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі та забезпечення виконання ряду вагомих технологічних завдань, а саме обробки поверхонь основних конструкторських баз за першу технологічну операцію, а також чорнкової обробки поверхонь заготовки, які відкриті для обробки, завдяки цьому зменшується загальна кількість установок для виконання всього технологічного процесу.

Під час вибору поверхонь, що входять до комплекту технологічних баз відповідно до їх призначення та залишаними ними ступенями свободи, доцільно врахувати наступні геометричні показники:

- площа установчої бази повинна максимально задіяти площину силового трикутника;

- напрямна база повинна забезпечувати найбільшу відстань розміщення опорних елементів.

Під час вибору базових поверхонь для перших токарних операцій потрібно забезпечити вільний доступ для обробки всіх поверхонь та обрати верстати, які мають здійснити поетапну обробку поверхонь, для досягнення потрібних характеристик якості. При інших можливостях обробки необхідно брати в розрахунок, що оброблювальні поверхні максимально необхідно опрацювати за перші технологічні операції.

Також під час проектування перших технологічних операцій механічної обробки необхідно взяти в увагу дуже важливе зауваження, - повторне встановлення заготовки під час реалізації операцій технологічного процесу на комплект всіх необроблених поверхонь не допускається.

Першочерговим документом для вибору технологічних баз є конструкторське креслення деталі. Враховуючи загальні завдання на розробку а внашому випадку вдосконалення технологічних процесів, за результатами наукових досліджень процесів обробки різанням та з практичного досвіду виробництва, вироблено наступний алгоритм вибору технологічних баз, для перших операцій:

- як технологічні бази необхідно приймати необроблені поверхні заготовки. Такий вибір базових поверхонь буде забезпечувати, після обробки, правильне просторове розташування необроблених поверхонь заготівлі щодо оброблених;

- якщо більшість поверхонь заготовки за кресленням деталі є обробляємими, то як технологічні бази потрібно обирати поверхні, які мають мінімальний припуск. Саме такий вибір базових поверхонь мінімізує можливість виникнення браку за подальшої обробки цих поверхонь;

- в разі відсутності поверхонь з найменшим припуском, а її величина досить рівномірна, то в ролі технологічних баз потрібно обирати поверхні заготовки, в котрих виникнення браку не допуститься;

- за технологічні бази потрібно приймати поверхні заготовки, котрим потрібно забезпечити для наступних операцій обробки рівномірний припуск;

- можливі кілька конкурентних схем базування за технологічними базами, тоді в якості технологічних баз потрібно приймати варіант базування в якому обрана поверхня безпосередньо пов'язана з базовою по верхньою найкоротшим розмірним ланцюгом.

Розглянемо реалізацію наведеного методу для заданої деталі.

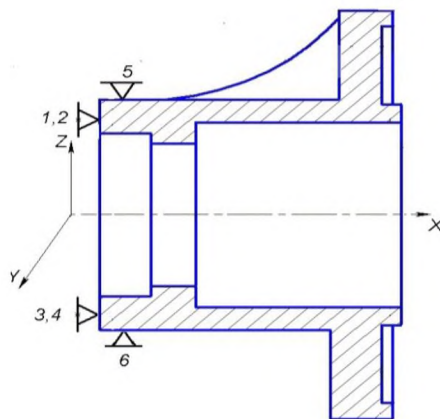


Рис. 1.6 Теоретична схема базування заготовки при першій операції

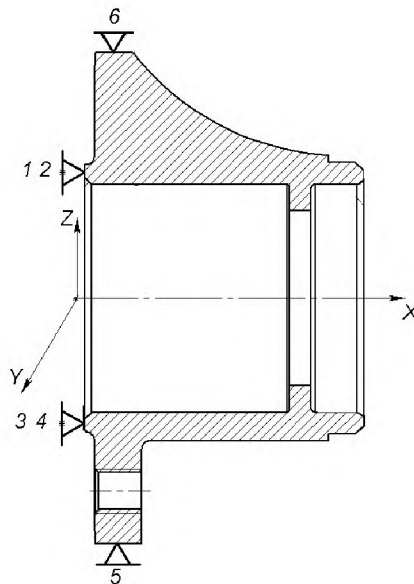


Рис. 1.7. Теоретична схема базування заготовки при другій операції

1.9. Функціональне призначення поверхонь

- виконавчі поверхні: 1, 2, 11, (торцева поверхня, бере участь у базуванні диску, що безпосередньо сприймає осьове навантаження), 6,7,9,8, (поверхні які беруть участь у передачі крутного моменту від корпусу на підшипник);

- основні конструкторські бази (ОКБ), що визначають положення корпусу щодо інших деталей вузла: 1, 6, 8, 9;

- допоміжні конструкторські бази (ДКБ), що визначають положення деталей вузла, що приєднуються до корпусу Н 109.02.101: 4 (отвір служить для установки болтів та приєднання до диску маркера), 2, 7, 11, (поверхні служать для зєднанням з диском та кронштейном);

- вільні поверхні: усі інші.

Базування деталі у працюючому вузлі. Корпус кріпиться до диску маркера та через встановлені в центральний отвір 52К7 підшипники, встановлюється на вісь кронштейна (подвійна опорна база).

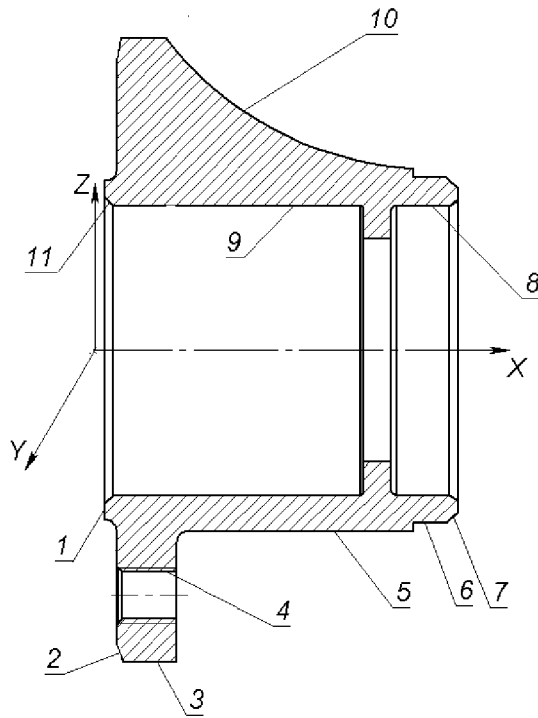


Рис 1.8 Функціональне призначення поверхонь корпусу Н 109.02.101

Таблиця 1.5 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступінь свободи	Найменування бази
1,2	I, V	Установча база
3,4	IV, VI	Установча база
5	II	Опорна база
6	III	Опорна база

2. Технологічний розділ

2.1. Розроблення вдосконаленого технологічного процесу виготовлення деталі

Запропонований вдосконалений технологічний маршрут механічної обробки деталі «Корпус Н 109.02.101» представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

№ з/п операції	Найменування операції	Вміст операції	Базування заготовки	Ріжучий інструмент	Обладнання
1	2	3	4	5	6
110	Токарна з ЧПУ	<p>Підрізати торець Ø65 «на чисто».</p> <p>Підрізати торець Ø115, витримуючи розмір Ø62.</p> <p>Точити фаску під кутом 6° до Ø106.</p> <p>Розточити отвір Ø51H11^(+0,16), витримуючи розмір 480,3).</p> <p>Точити фаску 2,5x45° на поверхні Ø51H11^(+0,16).</p> <p>Розточити отвір Ø52K7), витримуючи розмір 480,3).</p>	В патроні до упору в торець.	Державка з пластиною з твердого сплаву WNMG080408-TM T9115	Токарний центр з ЧПК SL – 30HE

115	Токарна з ЧПУ	<p>Підрізати торець $\varnothing 65$, витримуючи розмір $L65_{(-1)}$.</p> <p>Точить поверхню до $\varnothing 62h14_{(-0,74)}$, витримуючи розмір $L80_{(3)}$.</p> <p>Точить фаску $2 \times 45^\circ$ на поверхні $\varnothing 62h14_{(-0,74)}$.</p> <p>Розточити отвір $\varnothing 52H9^{(+0,074)}$, витримуючи розмір $12_{(-0,43)}$</p>	В патроні до упору в торець.	Державка з пластиною з твердого сплаву WNMG080408-ТМ Т9115	Токарний центр з ЧПК SL – 30HE
120	Свердлильна з ЧПК	<p>Свердлити по чергово 3 отвори $\varnothing 8,43^{(+0,03)}$.</p> <p>Розсвердлити фаску $1 \times 45^\circ$ по чергово 3 отвори $\varnothing 8,43$.</p> <p>Нарізати різьбу $M10 \times 1-7H$ на прохід.</p>		<p>Твердосплавне свердло $\varnothing 8,5$.</p> <p>Твердосплавне свердло $\varnothing 12,2$.</p> <p>Машиний метчик $M10 \times 1.0$</p>	Координатно-свірлильний центр GRD32 CN 3018

2.2. Вибір засобів технологічного обладнання для свердильної операції

В зв'язку з вдосконаленням технологічного процесу обробки деталі «Корпус Н 109.02.101» а саме об'єднання трьох операцій в одну, пропонується замінити існуюче вузьконаправлене обладнання, на координатно–сверлильний верстат з ЧПК , що буде відповідати середньосерійному виробництву і дозволить скоротити час на обробку деталі.

Вибір типу верстату потрібно зіставити з його можливостями забезпечити технологічні вимоги, форму і якість оброблювальних поверхонь. Але і враховуючи те, що виробництво сільхозтехніки не обмежується лише деталями таких розмірів і конфігурації, до вибору верстату підійдемо більш розширено, для забезпечення універсальності устаткування, що відповідає серійному виробництву. В данній роботі пропонується використовувати Координатно-свердильний центр GRD32 CN 3018 [Рис. 8.1] [7].



Рис. 2.1 Координатно-свердильний центр GRD32 CN 3018 [7]

Координатно-свердильний центр GRD32 CN 3018 з числовим програмним керуванням та автоматичною зміною інструменту, призначений для свердління з найбільшим діаметром 32 мм, розсверлювання, зенкерування, розгортання, нарізання різьби та виконання розточних робіт, а також легкого фрезерування прямокутних контурів, а також операцій вимагаючих послідовної обробки декількома інструментами в автоматичному циклі.

Координатно-свердильний центр GRD32 CN 3018 призначений для безкондукторної і безрамочної обробки деталей: корпусів, плит, труб, в умовах серійного виробництва[5].

Конфігурація:

- Система управління ПЛК Omron Sysmac CJ1M
- Програмоване переміщення по осях X , Y та Z , що наводиться сервомоторами.
- Переміщення по 3 осях здійснюються кульовими опорами кочення з преднатягом по загартованим сталевим напрямним.
- Висока точність позиціонування шпindelної головки завдяки прецизійній ШВП
- Висока точність позиціонування по осях X та Y завдяки прецизійним зубчастим рейкам.
- Асинхронний двигун шпindelя потужністю 5,73 кВт.
- Система СОЖ для зовнішнього охолодження.
- Бак СОЖ ємністю 250 літрів, із вбудованими насосами для подачі СОЖ у зону обробки.
- Тиск насоса СОЖ 4 бар
- Стружкозбиральний конвеєр
- Автоматичний пристрій попереднього налагодження інструменту

- Автоматичне змащення рухомих частин по всіх осях переміщення
- Шпиндель BT40 з автоматичним затискачем інструменту
- Вхідна напруга 380В, 50 Гц.

Особливості координатно-сверлильного центру GRD32 CN 3018:

Система управління:

Сенсорна панель керування OMRON.

Вбудована пам'ять на 999 програм-координат.

Програмування координат свердління через діалогове меню:

- поодинокі отвори (випадковий порядок);
- сітка отворів (ряд отворів або безліч рядів отворів);
- фланець.

99 програмованих нульових точок.

Керування по 3 осях (X, Y, Z) – Глибина (Z): Можливість програмування швидкості для кожної осі. (Швидкість переміщення, прискорення, уповільнення, ...)

- цикл свердління листової заготовки.
- цикл свердління профілю.
- цикл термічного свердління.
- цикл нарізування різьблення мітчиком.
- цикл дрібних фрезерних операцій.

Програмована послідовність для легкої установки складається з декількох програм/циклів, які виконуються автоматично (кожна лінія складається з визначення нульової точки та програми координат свердління – до 99 кроків можуть бути запрограмовані).

Зовнішнє програмне забезпечення DrillWin 2008

Програми створюються та зберігаються на зовнішньому ПК:

- Програмування циклів (порядок операцій)
- координат
- точок відліку (нульових точок)
- глибина свердління (Z)

Читання та перетворення креслень із формату AutoCad (EPS-розширення)

Читання та перетворення даних із файлів Excel (XLS)

Передача даних за допомогою інтерфейсу RS 232 (мінімальні вимоги: Windows XP, можливо для Windows Vista або Windows 7).

Таблиця 2.2 Характеристики координатно-свердильного центру

Переміщення по осях	
Переміщення колони X/Y, мм	3000-1800
Вертикальне переміщення колони (Z), мм	500
Відстань між столом та шпинделем, мм	160-660
Просвіт, мм	650
Свердильний шпиндель	
Потужність головного приводу, кВт	5,73
Швидкість обертання шпинделя, об/хв	50-2000
Пікова потужність при швидкості, об/хв	50-2000
Максимальний крутний момент, Нм	109,5
Конус шпинделя	BT40
Подачі, мм/об	Регульовані
Діаметр свердління	
Сталь 60, мм	32

Чавун, мм	32
Максимальна глибина свердління	150
Швидкості переміщення	
Прискорення по осі X, м/хв	22
Прискорення по осі Y, м/хв	22
Прискорення по осі Z, м/хв	5
Робочий стіл	
Розмір стола, мм	3000x2000
Висота столу, мм	870
Максимальне навантаження на стіл, кг	10000
Т-подібні пази столу	9x18x3000
Пристрій автоматичної зміни інструменту	
Кількість інструментів	12
Максимальний діаметр інструменту, мм	70
Максимальна вага інструменту, кг	10
Конус інструментальної оснастки	MAS-403-BT40
Тяговий стрижень	45°
Необхідний тиск повітря, bar	6
Інші дані	
Маса нето, кг	6900
Габаритні розміри верстата у плані (ДхШ)	4400 x 3100

2.3 Вибір ріжучого інструменту для операції свердління

При базуванні та закріпленні заготовки на операції свердління трьох отворів $\varnothing 8,43$ розсвердлюванні фаски $1 \times 45^\circ$, нарізання різьби M10x1.0 застосовуємо спеціально розроблений кондуктор.

При виборі ріжучого інструменту враховуємо габарити верстату та деталі, матеріал заготовки, метод обробки поверхонь. По конструктивним параметрам обираємо стандартизовані ріжучі інструменти для верстатів з ЧПК.

Інструмент обираємо з твердого сплаву. Сплави відрізняються високою твердістю (HRA 82...92), що поєднується із стійкістю до зношування при терті об поверхні металів, що дозволяє використовувати їх в механічній обробці для великих швидкостей різання (до 800 м/хв).

Твердосплавні свердла використовуються для більш якісного свердління отворів, ніж свердла зі швидкорізальної сталі, особливо в матеріалах, таких як чавун.

Згідно рекомендацій [4] по вибору деаментру сверл в залежності від призначення отвору, а саме свердління отворів під метричну різьбу з кроком 1,0 застосовуємо монолітне твердосплавне свердло $\varnothing 8,5$ для отворів під різьбу [рис. 8.2] [8].

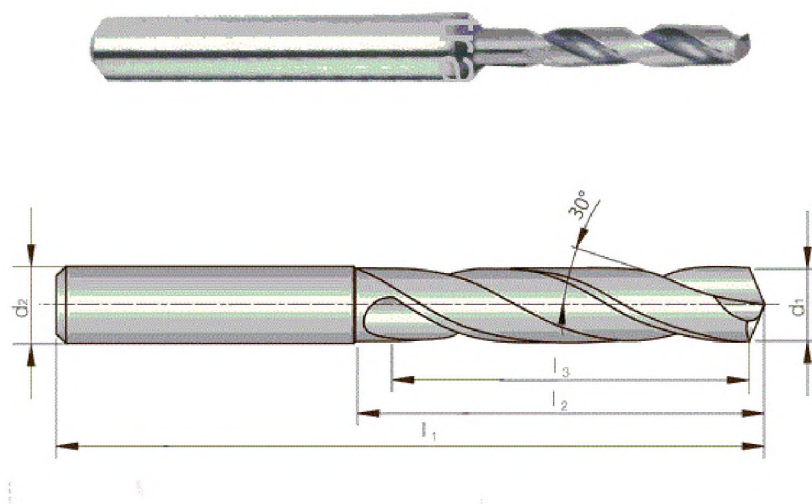


Рис 2.2 Свердло твердосплавне монолітне $\varnothing 8,5$ мм [8].

Свердло твердосплавне монолітне SP0850-0255 VHM/TIALN з подвійною заточкою, має діаметр $d_1 - 8,5$ мм, а діаметр хвостовика $d_2 - \text{Ø}10.0$ мм. Загальна довжина твердосплавного свердла $l_1 - 89$ мм, довжина ріжучої частини $l_2 - 25.5$ мм, кут нахилу гвинтової лінії стрічок 30° , кут заточування 140° . Дозволяє обробляти матеріал - загартована, нержавіюча сталь, чавун. Свердло виробництва компанії ARNO (Німеччина) [8].

Для розсвердлювання фасок застосовуємо свердло твердосплавне монолітне [рис. 8.3] [8].

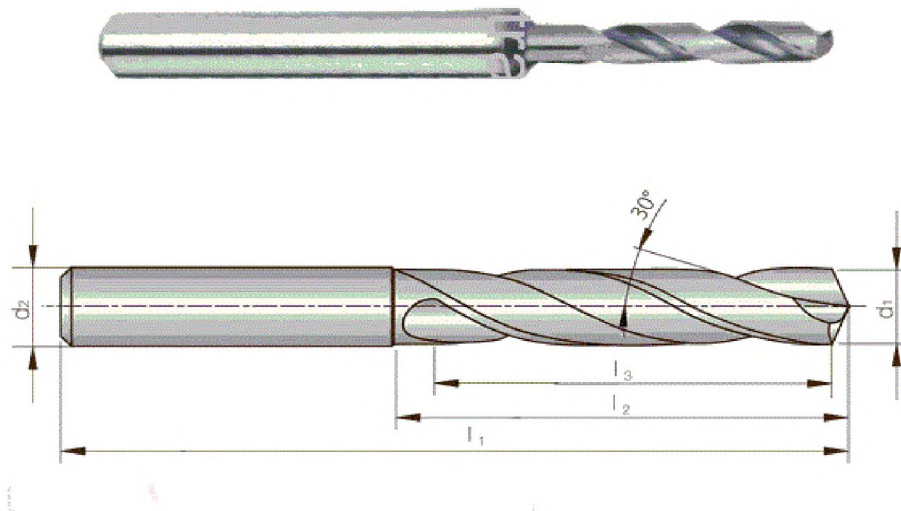


Рис 2.3 Свердло твердосплавне монолітне $\text{Ø}12.0$ мм [8].

Свердло твердосплавне монолітне SP1200-0360 VHM/TIALN з подвійною заточкою, яке має діаметр $d_1 - 12.0$ мм, та діаметр хвостовика $d_2 - \text{Ø}12.0$ мм. Загальна довжина $l_1 - 102$ мм, довжина ріжучої частини $l_2 - 36.0$ мм, кут нахилу гвинтової лінії стрічок 30° , кут заточування 140° , дозволяє обробляти матеріал - загартована, нержавіюча сталь, чавун. Свердло виробництва компанії ARNO (Німеччина) [8].

Нарізання різьби будемо виконувати машинним мітчиком M10 x 1 TC127426.

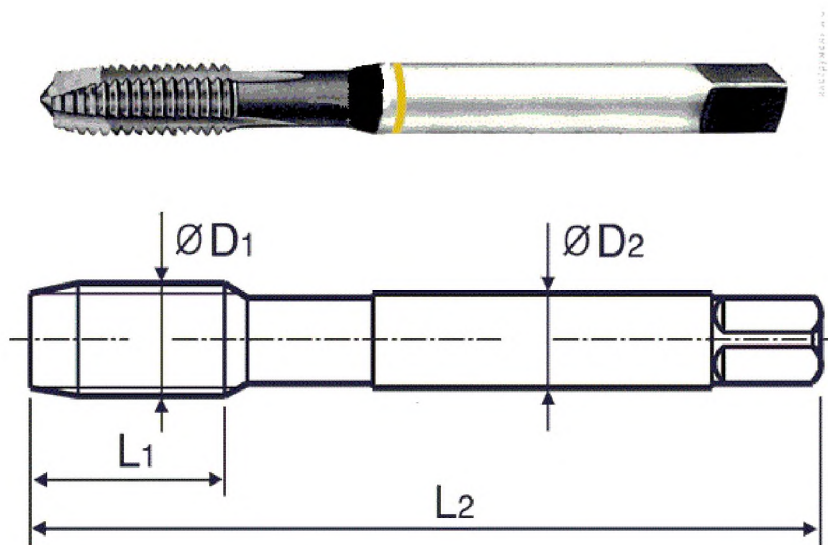


Рис 2.4 Метчик машинний M10 [8].

Мітчик M10 x 1 TC127426 машинний має такі розміри: діаметр d_1 - M10, та діаметром d_2 – 8,5. Крок різьблення 1, загальну довжину l_2 – 100 мм, та довжину робочої частини l_1 - 22 і відповідає стандарту ГОСТ 16925-93 допуски на виготовлення різьбової частини (ISO 2857-73). Допускається обробка сталей, чавуну, кольорових металів, титану[8].

2.4 Розрахунок режимів різання

Визначаємо режими різання аналітично-розрахунковим методом на вдосконалені операції технологічного процесу, механічної обробки деталі «Корпус Н109.02.101».

2.4.1. Проведемо розрахунок режимів різання свердлильної операції з ЧПК по свердлінню трьох отворів по чергово $\varnothing 8,43^{(+0,03)}$.

Розрахункові вихідні данні:

Матеріал який обробляється - чавун СЧ20 ДСТУ 8833:2019, НВ 170 – 241, σ_B – 196 МПа.

Деаметр отвору Ø8,5, глибина свердління 10 мм.

Інструмент: свердло твердосплавне монолітне Ø8,5 мм

Верстатаний пристрій: спеціальний пристрій з пневмоприводом

Для базування інструменту: патрон свердлильний ВТ40.

Для свердління застосовуємо координатно-свердлильний центр GRD32 CN 3018, швидкість обертання шпинделя 50 – 2000 об/хв, потужність головного приводу 5,73 кВт.

Визначаємо глибину різання. Під час свердління глибина різання визначається, як половина діаметра отвору (свердла) [4]:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{8,5}{2} = 4,25 \text{ мм (2),}$$

Подачу при свердлінні отвору обираємо максимально допустиму по міцності свердла. $S = 0,36 - 0,57$ мм/об [3], з урахуванням матеріалу свердла множимо на поправочний коефіцієнт та отримуємо $S = 0,34$ мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ (2.1),}$$

$$C_v = 34,2$$

$$q = 0,45$$

$$x = 0$$

$$y = 0,30$$

$$m = 0,20$$

Середнє значення періода стійкості інструменту з урахуванням матеріалу який обробляється та матеріал інструменту, складає $T = 35$ хв. [4]

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1,0 \quad (2.2),$$

$$K_{mv} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{n_p} = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,8} = 1,0 \text{ коефіцієнт на оброблювальний матеріал;}$$

$$K_{iv} = 1,0 \text{ коефіцієнт на інструментальний матеріал;}$$

$$K_{lv} = 1,0 \text{ коефіцієнт враховуючий глибину різання.}$$

Рахуємо швидкість різання:

$$V = \frac{34,2 \cdot 8,5^{0,45}}{35^{0,2} \cdot 4,25^{0,34} \cdot 0,34^{0,3}} \cdot 1 = 60 \text{ м/хв.}$$

При цьому частота обертання шпінделя складатиме:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 8,5} = 2248 \text{ об/хв (2.3),}$$

Так як обраний координатно свердильний центр має максимальну швидкість обертання шпінделя 2000 об/хв, то обираємо $n = 2000$ об/хв

Крутний момент при свердлінні розраховуємо за формулою:

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.4),$$

Значення коефіцієнтів і ступенів в формулі крутного моменту при свердлінні:
 $C_m = 0,012$; $q = 2,2$; $y = 0,8$; $K_p = K_m = 1$.

$$M = 10 \cdot 0,012 \cdot 8,5^{2,2} \cdot 0,34^{0,8} \cdot 1 = 5,61 \text{ Н}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} \text{ кВт, [3]}$$

$$N = \frac{5,61 \cdot 2000}{9750} = 1,15 \text{ кВт.}$$

Потужність головного приводу є достатньою для того щоб реалізувати процес свердління.

2.4.2. Проведемо розрахунок норм часу свердлильної операції.

Розрахунок основного (технологічного) часу, який витрачається при механічній обробці деталі, а саме свердління отворів.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S_M} \cdot i = \frac{l+l_1}{n \cdot s} \cdot i \text{ хв (2.5),}$$

де $l = 10$ – довжина оброблювального отвору в мм;

$l_1 = 6$ – довжина врізання і перебіг свердла в мм,

n – частота обертання шпінделля об/хв.;

s – подача в мм/об;

i – число проходів.

$$T_0 = \frac{10 \cdot 6}{2000 \cdot 0,34} \cdot 1 = 0,089 \text{ хв.};$$

Основний (технологічний) час свердління одного отвору складає 0,089 хвилини, трьох отворів 0, 267 хвилини.

2.4.3. Проведемо розрахунок режимів різання при розсверлюванні фасок $1 \times 45^\circ$.

Розрахункові вихідні данні:

Матеріал який обробляється - чавун СЧ20 ДСТУ 8833:2019, НВ 170 – 241, σ_B – 196 МПа.

Деаметр отвору $\varnothing 12$, глибина розсверлювання 2 мм.

Інструмент: свердло твердосплавне монолітне $\varnothing 8,5$ мм

Верстатаний пристрій: спеціальний пристрій з пневмоприводом

Для базування інструменту: патрон свердлильний BT40.

Для розсвердлювання фаски застосовуємо координатно-свердлильний центр GRD32 CN 3018, швидкість обертання шпинделя 50 – 2000 об/хв, потужність головного приводу 5,73 кВт.

Визначаємо глибину різання. Під час розсвердлювання фаски глибину різання обираємо $t = 2\text{мм}$.

Подачу при розсвердлюванні фаски обираємо таку як і при свердлінні $S = 0,34\text{ мм/об}$.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{56,9 \cdot 12^{0,5}}{60^{0,4} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 1 = 40,2 \text{ м/хв},$$

Значення коефіцієнтів і ступенів в формулі швидкості різання при розсвердлюванні фаски:

$$C_v = 56,9$$

$$q = 0,5$$

$$x = 0,15$$

$$y = 0,45$$

$$m = 0,4$$

Середнє значення періода стійкості інструменту з урахуванням матеріалу який обробляється та матеріал інструменту, складає $T = 60\text{ хв}$.

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1,0 \quad (2.2)$$

$K_{mv} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{n_p} = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,8} = 1,0$ коефіцієнт на оброблювальний матеріал;

$K_{iv} = 1,0$ коефіцієнт на інструментальний матеріал;

$K_{lv} = 1,0$ коефіцієнт враховуючий глибину різання.

Частота обертання шпінделя складатиме:

$$n = \frac{1000 \cdot 40,2}{3,14 \cdot 12} = 1066,8 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо частоту обертання шпінделя $n = 1065$ об/хв.

Розраховуємо крутний момент при розсвердлюванні фаски за формулою:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.4),$$

Значення коефіцієнтів і ступенів в формулі крутного моменту при розсвердлюванні: $C_M = 0,196$; $q = 0,85$; $x = 0,8$; $y = 0,7$; $K_p = K_m = 1$

$$M = 10 \cdot 0,196 \cdot 12^{0,85} \cdot 2^{0,8} \cdot 0,7^{0,7} \cdot 1 = 21,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначаємо потужність:

$$N = \frac{21,9 \cdot 1065}{9750} = 2,4 \text{ кВт},$$

Потужність головного приводу є достатньою для того щоб реалізувати процес свердління.

2.4.4. Проведемо розрахунок норм часу свердлильної операції при розсвердлюванні фаски.

Розрахунок основного (технологічного) часу, який витрачається при механічній обробці деталі, а саме розсвердлювання фаски.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S_M} \cdot i = \frac{l+l_1}{n \cdot s} \cdot i \text{ хв.} \quad (2.5),$$

де $l = 2$ – довжина оброблювального отвору в мм;

$l_1 = 8$ – довжина врізання і перебіг свердла в мм[4];

n – частота обертання шпінделля об/хв.;

s – подача в мм/об;

i – число проходів.

$$T_0 = \frac{2 \cdot 8}{1065 \cdot 0,7} \cdot 1 = 0,022 \text{ хв.};$$

Основний (технологічний) час розсверлюванню однієї фаски складає 0,022 хвилини, трьох - 0,066 хвилини.

2.4.5. Проведемо розрахунок режимів різання при нарізанні різьби M10 x 1.

Розрахункові вихідні данні:

Матеріал який обробляється - чавун СЧ20 ГОСТ 1412-85, HB 170 – 241, σ_B – 196 МПа.

Обробляема поверхня: отвір під різьбу M10 x 1.

Інструмент: метчик машиний M10x1.

Верстатаний пристрій: спеціальний пристрій з пневмоприводом

Для базування інструменту: патрон свердлильний BT40.

Для розсвердлювання фаски застосовуємо координатно-сверлильний центр GRD32 CN 3018, швидкість обертання шпинделя 50 – 2000 об/хв, потужність головного приводу 5,73 кВт.

При нарізанні різьби розрізняють прокольну подачу s , рівну кроку різьби P , та поперечну, визначаючи глибину різання t , рівну висоті різьбового профілю.

Швидкість різання при нарізанні різьби мітчиками визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.6)$$

Значення коефіцієнтів і ступенів в формулі швидкості різання при нарізанні різьби:

$$C_v = 64,8$$

$$q = 1,2$$

$$y = 0,5$$

$$m = 0,9$$

Середнє значення періода стійкості інструменту з урахуванням матеріалу який обробляється та матеріал інструменту, складає $T = 90$ хв.

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови нарізання різьби мітчиками.

$$K_v = K_{ml} \cdot K_{il} \cdot K_{tl} = 0,5 \quad (2.2),$$

$K_{ml} = 0,5$ коефіцієнт на оброблювальний матеріал;

$K_{il} = 1,0$ коефіцієнт на інструментальний матеріал;

$K_{tl} = 1,0$ коефіцієнт враховуючий точність різьби.

$$V = \frac{64,8 \cdot 10^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 10^{0,5}} \cdot 0,5 = 8,9 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпінделя при цьому складатиме:

$$n = \frac{1000 \cdot 8,9}{3,14 \cdot 10} = 283,4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо частоту обертання шпінделя $n = 280$ об/хв.

Розраховуємо крутний момент при нарізанні різьби:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.7),$$

де Р це крок різьби.

Значення коефіцієнтів і ступенів в формулі крутного моменту при нарізанні різьби: $C_m = 0,0130$; $q = 1,4$; $y = 1,5$; $K_p = K_{mp} = 1,5$.

$$M = 10 \cdot 0,013 \cdot 10^{1,4} \cdot 1^{1,5} \cdot 1,5 = 4,89 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N = \frac{M \cdot n}{975} \text{ кВт (2.8),}$$

$$N = \frac{4,89 \cdot 280}{975} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Потужність головного приводу є достатньою для того щоб реалізувати процес нарізання різьби.

2.4.6. Розрахунок норм часу при нарізанні різьби.

Розрахунок основного (технологічного) часу, який витрачається при механічній обробці деталі, а саме нарізанні різьби.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S_m} \cdot i = \left(\frac{l + l_1}{s n} + \frac{l + l_1}{s n_1} \right) \cdot i \text{ хв (2.9),}$$

для нарізання різьби машинними мітчиками формула основного часу складається з двох доданків; по першому доданку визначається час на нарізання різьби, а по другому – час на викручування мітчика з отвору.

де $l = 10$ – довжина оброблювального отвору в мм;

$l_1 = 5$ – довжина врізання і перебіг метчика в мм., згідно довідника[4]
довжина заборної частини 3 – 6мм, додати колібруючу 1 - 2 мм;

n – частота обертання шпінделля об/хв.;

n_1 – число обертів мітчика при вивертуванні його з отвору $n_1 = 1,25 n$;

s – подача в мм/об;

i – число проходів.

$$T_0 = \left(\frac{10 \cdot 5}{1 \cdot 280} + \frac{10 \cdot 5}{1 \cdot 350} \right) \cdot 1 = 0,32 \text{ хв.};$$

Основний (технологічний) час нарізання різьби одного отвору складає 0,32 хвилини, трьох – 0,96 хвилини.

3. Конструкторський розділ

3.1. Верстатне пристосування для свердлильної операції з ЧПК

Метою синтезу конструкції пристосування для верстатів з ЧПК є принципове проектування можливого компонування обладнання, з усіх можливих систем, які можна використовувати, наприклад таких як:

- Універсально-збірні (УСП);
- Універсальні безналагоджувальні (УБП);
- Налагодження користувача (SNP);
- збірно-розбірні (УРП);
- незнімна спеціальна (НСП);
- Універсальний збірний (УЗП);

Враховуючи, що запропонована в цій роботі деталь «корпуса» виробляється в умовах серійного виробництва, рекомендовано використовувати універсально-збірні пристосування (УЗП), вони належать до агрегатованих пристосувань цільового призначення, що збираються при необхідності із заздалегідь виготовлених стандартних деталей та складальних одиниць, а також зорієнтовано у наші умови, ввівши до складу елементів УЗП елементи УЗПМ (універсально-збірні пристрої механізовані), а саме, механічну рухому призму.

УЗП дають можливість обробляти вироби складної просторової форми без виготовлення спеціального оснащення, оскільки Т-подібні пази дозволяють переміщати опори і встановлювати їх у будь-якій точці. На рисунку 3.1 приведено приклад закріплення заготовки на операції свердління.

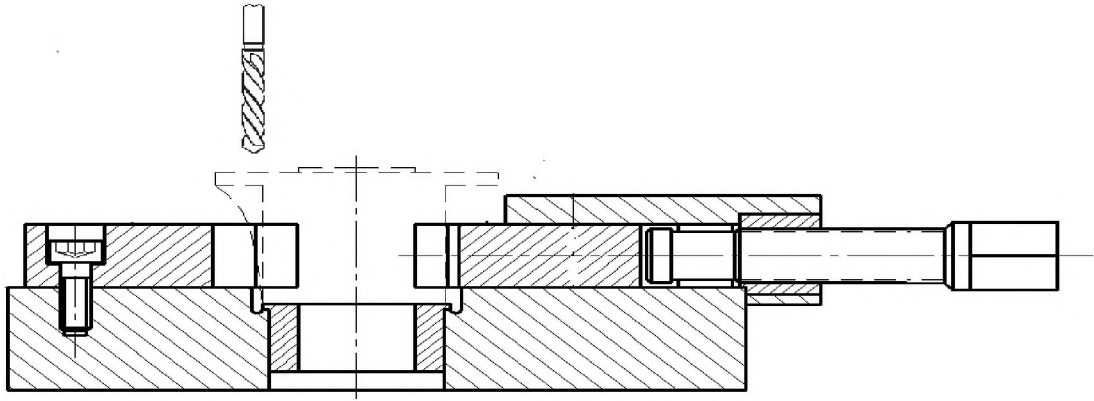


Рис 3.1 Базування деталі за допомогою УЗП

Деталі та складальні одиниці УЗП, об'єднані в одну серію, мають взаємну ув'язування типорозмірів по кожному виду деталей і єдність настановних і приєднувальних розмірів поверхонь, що забезпечують базування та закріплення змінних елементів.

Цей вид оснастки значно скорочує тривалість підготовки виробництва, так як збирання пристроїв з готових елементів займає набагато менше часу, ніж їх проектування та виготовлення спеціальних пристроїв. Багаторазове використання тих самих елементів для збору різних пристроїв дозволяє зменшити витрату металу на спеціальне оснащення, скоротити обсяг робіт у інструментальних цехах, вивільнити устаткування тощо.

Основні деталі та складальні одиниці

Основні деталі та складальні одиниці, з яких компонуються різні пристрої, умовно поділяються на сім груп:

1. Базові деталі (плити прямокутні та круглі, косинці);
2. Корпусні деталі (опори, проставки, прокладки, призми, кутові опори та підкладки, косинці та планки);
3. Настановні деталі (шпонки, штирі, пальці диски та перехідники);
4. Притискні деталі (прихвати та планки);

5. Кріпильні деталі (болти, шпильки, гвинти, гайки, шайби);
6. Різні деталі (вушка, виделки, хомутики, осі, опори ковпачкові, рукоятки та ін.);
7. Складальні одиниці (поворотні головки та кронштейни, центрові бабки, рухливі призми, кулачкові та тискові затискачі та ін.

Пристрій свердлильної операції встановлюється на стіл координатно-сверлильного центру GRD32 CN 3018. Обробка здійснюється за допомогою свердел та мітчиків рекомендованих для обробки сірих чавунів.

Кріпильними поверхнями є зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 65$ яка закріплюється та центрується за допомогою однієї рухомої призми з затискачем, та другою нерухомою призмою (рис. 8.7), також ця поверхня торцем упирається в основу, що також позбавляє деталь ще одного ступеня вільності. Інші поверхні є вільними поверхнями.

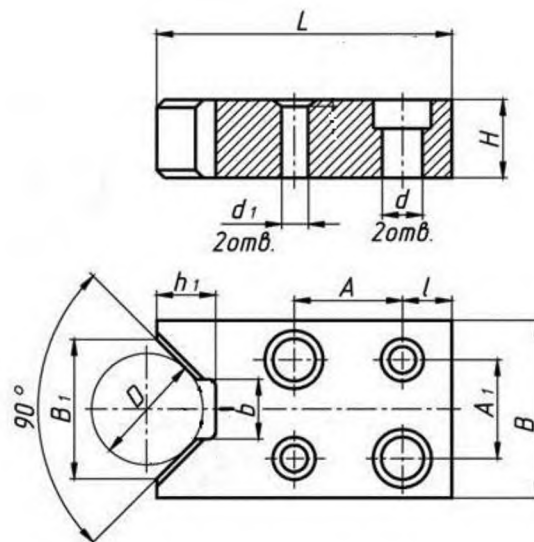


Рис. 3.2 Призма нерухома

$D - 65\text{мм}$, $b - 6,5\text{мм}$, $B - 110\text{мм}$, $H - 30$, $L - 80\text{мм}$.

Теоретична схема базування за загальними технологічними базами для свердильної операції, наведено на рис.3.3.

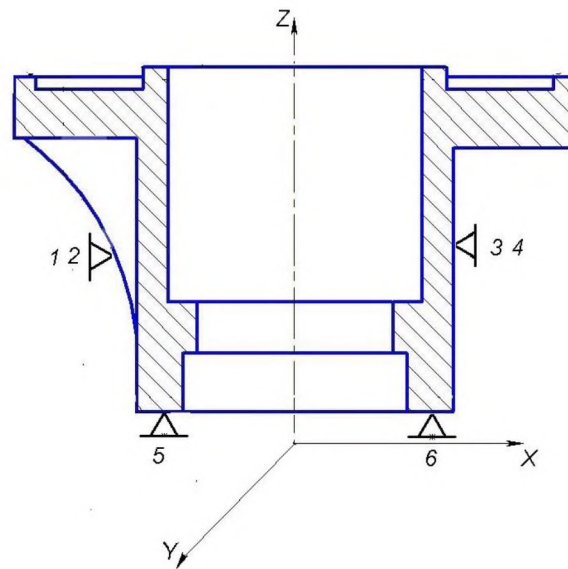


Рис.3.3 Теоритичне базування деталі при свердильній операції

3.2. Визначення похибки при базуванні заготовки.

При розрахунку похибки базування для деталей, оброблених на налаштованих верстатах у серійному виробництві, приймається значення ε_b . Це обумовлюється тим, що при визначенні похибки базування приймається повне поле допусків та розрахунок ведеться за найбільшого та найменшого граничного розміру D.

В загальному випадку похибку базування слід визначати з просторової схеми, розташування заготовки. Однак для спрощення розрахунків, зазвичай обмежуються розглядом зміщень тільки в одній площині. Похибка базування ε_b при встановленні деталі у призми залежить від допуску на зовнішній діаметр заготовки Td і від кута α призми. Згідно табличних значень, встановлення зовнішньою циліндричною поверхню в центруючі призми при обробці торцевої частини заготовки похибка базування $\varepsilon_b = 0$ [5].

Призми використано як установчо – закріплюючий елемент, що позбавляє заготовку п'яти ступінів свободи. Похибка базування дорівнює нуль, вважаємо, що знайдено один із задовільних варіантів базування заготовки для розглянутого прикладу.

3.3. Визначення сили затискання заготовки

Призначення затискних механізмів складається в надійному закріпленні заготовки, щоб попередити вібрації та зміщення під час обробки. Сили закріплення повинні відповідати силам різання та силам інерції. Для розуміння з якою силою затискати заготовку за допомогою динамометричного ключа, розрахуємо сили затиску.

Розрахунок сили затиску заготовки при закріпленні двома призмами розраховується за формулою:

$$W (Q) = \frac{K M_{кр} \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f D} H (3),$$

де $M_{кр}$ – крутний момент на свердлі, оберемо найбільше значення з нашої свердлильної операції 22 Н · м;

f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях зажимів, для гладких поверхонь складає 0,25;

D – діаметр закріпленої зовнішньої циліндричної поверхні заготовки складає Ø65мм;

K – коефіцієнт запасу враховуючий нестабільність силових впливів на закріплену заготовку:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 (3.1),$$

$K_0 = 1,5$ гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,2$ коефіцієнт враховуючий збільшення сил різання при випадкових нерівностей на поверхні;

$K_2 = 1,15$ коефіцієнт враховуючий збільшення сил різання в результаті затуплення ріжучого інструменту;

$K_3 = 1,2$ коефіцієнт враховуючий збільшення сил різання при приривистому різанні;

$K_4 = 1,0$ коефіцієнт враховуючий постійність сили, досягаємої за рахунок закріплюючого механізму;

$K_5 = 1,0$ коефіцієнт характеризуючий ергономіку закріплюючого механізму;

$K_6 = 1,5$ коефіцієнт враховуючий момент що прагне повернути заготовку при обробці.

$K = 3,7$.

$$W (Q) = \frac{3,7 \cdot 22 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)}{0,25 \cdot 65} = 2,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Висновки

В даній роботі впровадженно більш досконале технічне устаткування, та знайдено шляхи підвищення продуктивності праці і якості виготовленої продукції. Для отримання високих технологічних показників в данній роботі виконується об'єднання декількох заводських операцій в одну за рахунок використання універсального верстата, а також підбір більш вдосконаленого металоріжучого інструменту.

Запропоновано раціональний з точки зору дотримання принципів поетапності обробки поверхонь, підвищення рівня механізації та автоматизації, обладнання, інструмент та маршрут для оброблення деталі.

Підібрано тип верстату в якого технологічні параметри співпадають з можливостями забезпечити технологічні вимоги, форму і якість оброблювальних поверхонь деталі яка описується в цій роботі, а також можливе використання данного верстату під час обробки інших типових деталей на цьому підприємстві в серійному виробництві.

Підібрано металоріжучий інструмент що забезпечує оптимальні режими різання та час на обробку деталі.

Обґрунтовано вибір схем базування та закріплення заготовки в металорізаліе обладнання.

З розділу по розрахунку режимів різання свердлильної операції ми бачимо, що завдяки підбраного твердосплавного інструменту піднімаються режими різання і швидкість на шпінделі піднімається з 500 до 2000 об/хв, в зв'язку з цим пришвидшився час на обробку отворів. Так час на свердління трьох отворів скоротився на 0,21 хвилини, також час на розсвердлювання фаски теж зменшився. Завдяки тому, що на свердлильній та різьбонарізній операціях замість трьох верстатів використовується один, відповідно час на обробку деталі зменшується, томущо відсутня транспортуюча операція з верстату на верстат. Підбір твердосплавного металоріжучого інструменту дає нам змогу зменшити час

оперативного циклу, а підбір оптимального верстату зменшує час технологічного циклу механічної обробки деталі. Ці цикли є важливими складовими виробничого процесу, що в свою чергу теж скорочується, так як його важливою складовою є трудомісткість виготовлення готового виробу, що визначається технічно обґрунтованими нормами часу.

Список використаної літератури

1. Горбатюк Є.О. Мазур М.П. Зенкін А.С. Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник – Львів: «Новий світ - 2000» 2009 – 358 с.
2. Боженко Л.І Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник – Львів: Світ, 1996 – 368 с.
3. В.Костюк, Г.Валіулін, Є.Костюк: Прикладна механіка та основи конструювання: Видавництво «Кондор». 2018. 225 с.
4. І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свізінський: Технологія машинобудування. Посібник – довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2009. 528 с.
5. Белоусов А.П. Проектування верстатних пристосувань: Навчальний посібник для технікумів. – 3 – є вид., перероб. та доп. – М.: Вища школа, 1980. – 240 с.
6. Каталог техніки «ELVORTI» : <http://elvorti.com/sivalki/>
7. Каталог металообробних верстатів і машин, інструменту та оснастки. «Дельта» сучасні технології. <https://delta.in.ua/coordinate-drilling-center-model-grd32-cn-3018/>
8. Каталог металоріжучого інструменту і оснастки для верстатів з ЧПК Tools Trade: <https://tools-trade.com.ua/catalog/>

H109.02.101

Rz800

Перв. примен.

Справ. №

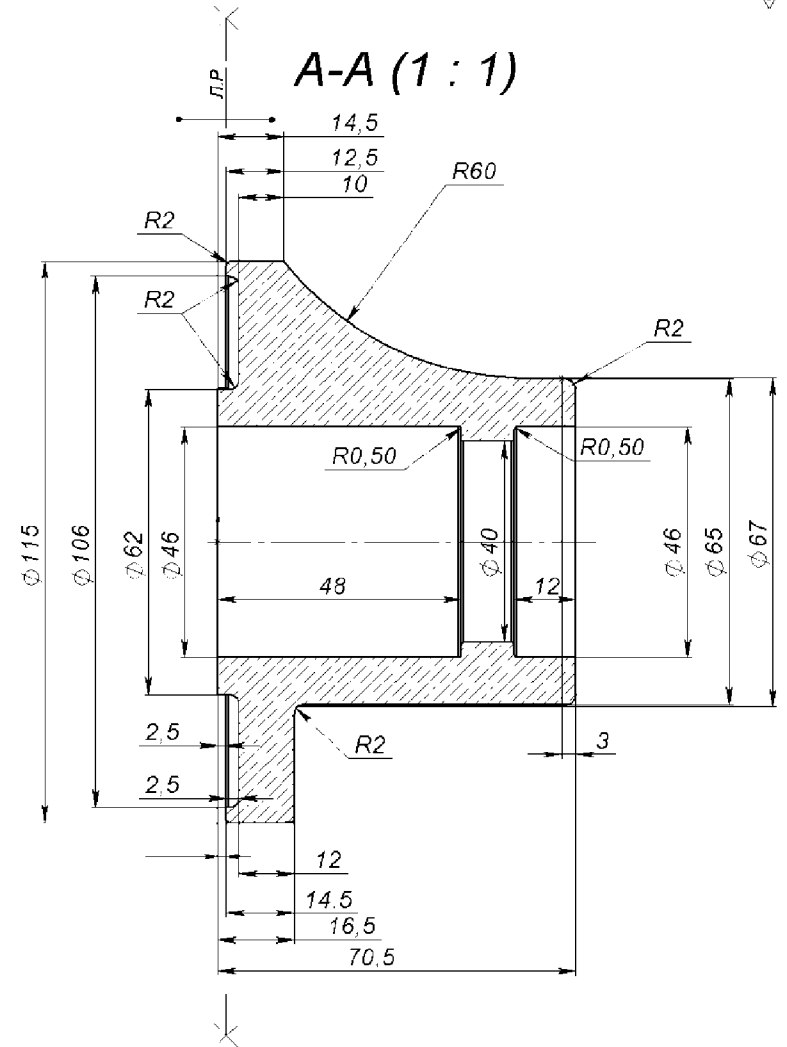
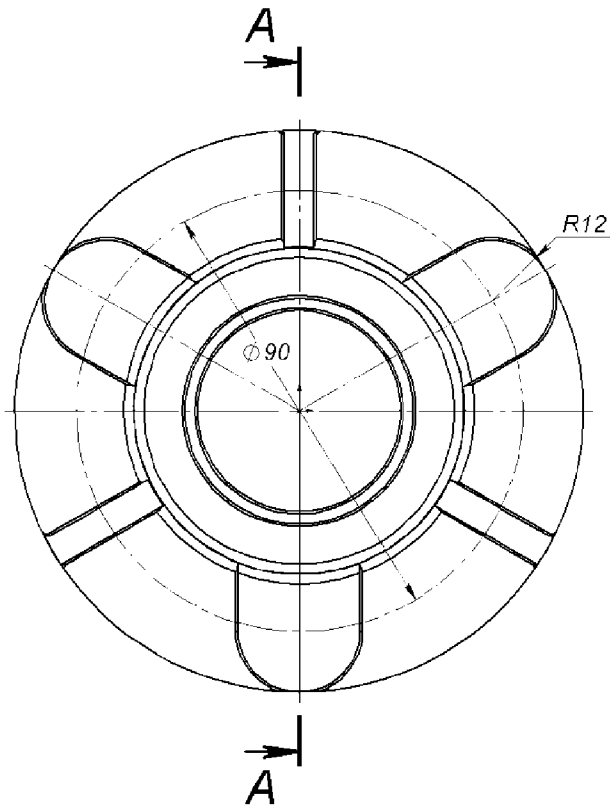
Подп. и дата

Изм. № субл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

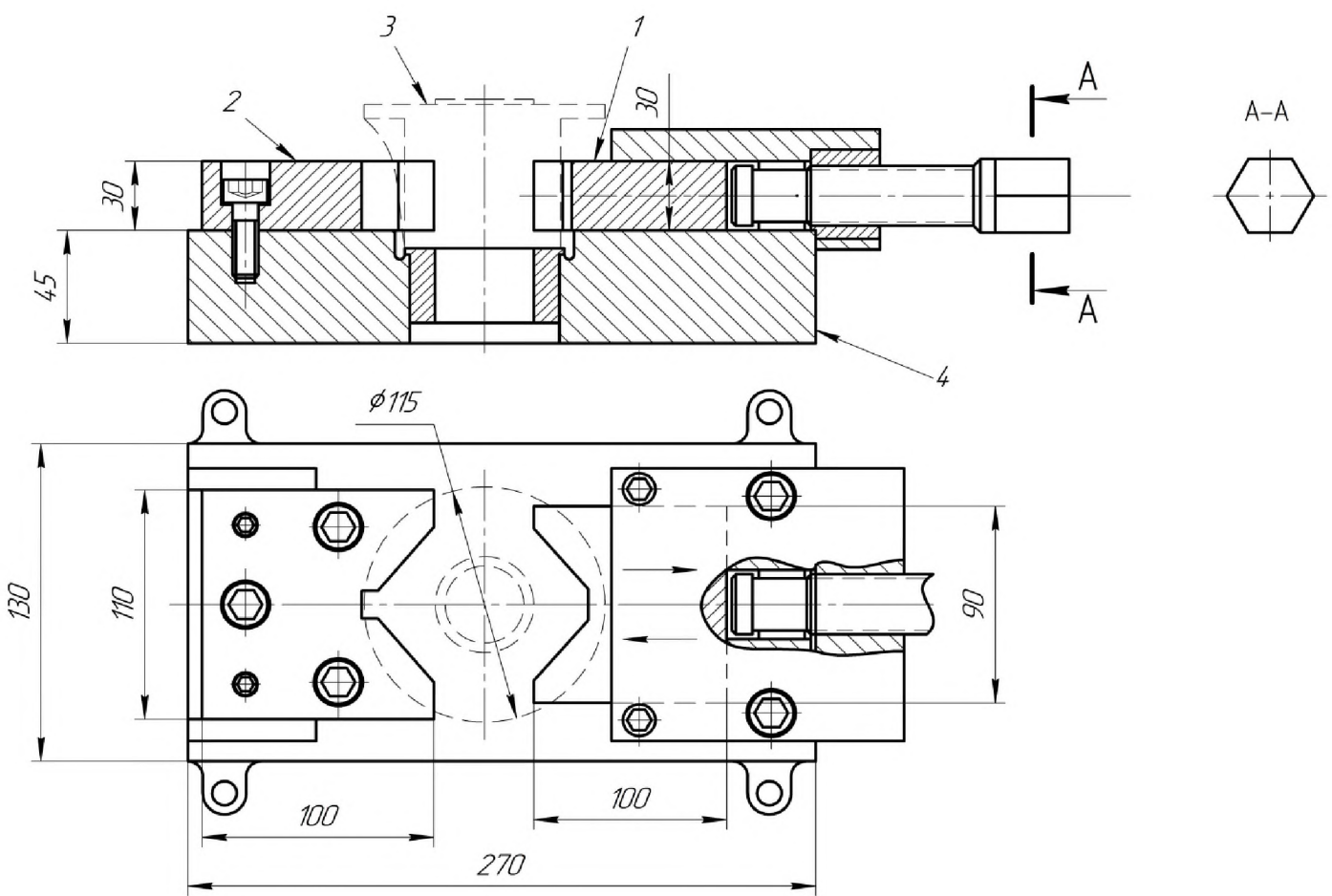


1. Виливок III класу точності ДСТУ (ГОСТ) 1855-55
2. Невказані ливарні радіуси - 3мм
3. Ливарні ухили по ДСТУ (ГОСТ) 3212-80
4. Маркувати шрифтом по ДСТУ (ГОСТ) 26.008-85
5. Інші технічні вимоги по ДСТУ (ГОСТ) 23.4.258-86
6. 170...241 НВ

				H109.02.101			
				Корпус (Виливка)			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Дуров О. О.						1:2
Пров.					Лист 1	Листов 1	
Т. контр.							
Н. контр.					СЧ20 ДСТУ (ГОСТ) 1412-85		
Утв.					ЗПМ - 19		

Лист: примеч.	
Справ. №	

Инд. № подл.	
Изм. №	
Взам. инв. №	
Инд. № д/изл.	
Подп. и дата	



- 1. Рухома призма
- 2. Нерухома призма
- 3. Деталь
- 4. Основа

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособвання	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Дуров О. О.							1:1
Пров.						Лист	Листов	1
Т.контр.						ЗПМ - 19		
Н.контр.								
Утв.								