

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет

Факультет: Інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра: Технології машинобудування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
ОКР – бакалавр

Галузь знань: 13

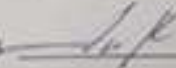
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: Технологія виготовлення деталі «Фланець ПМТ.20.23.004» з
використанням верстатів з ЧПК

Виконав студент групи ПМТс- 20-1  В.І.Шеремета

Керівник бакалаврської роботи  С.А.Косток

До захисту допускаю:

Зав. кафедри  В.П. Ткачук

22 . 06 , 2023р.

Хмельницький – 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Шеремета Вадим Ігорович на захист дипломного проєкту (роботи)
(Підписати, дата та прізвище)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Фланець ПМТ.20.23.004" з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рішення і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету

**ВІКТОР
ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Шеремета В. І. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2020 по 2023 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 34,38 %, добре 53,12 %, задовільно 12,50 %, шкалою ЄКТС: А 29,73 %, В 18,92 %, С 32,43 %, D 10,81 %, E 8,11 %.

Методист факультету

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Шеремета В.І. вчасно приступив до виконання дипломної роботи та проявив високі рівні підготовки в галузі інженерії.
Робота виконана згідно до вимог ДСТУ середнього рівня та текстів документів.
Робота виконана вчасно та в повній мірі, може бути рекомендована до захисту і включена до збірника.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

_____ 2023 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Шеремета В. І. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри ПІДПИСАНО

Віктор ТКАЧУК
(Підписати, дата та прізвище)

_____ 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Дипломник Шеремета В. І., гр. ПМТс-20-1

Тема: «Технологія виготовлення деталі Фланець ПМТ.20.23.004 з використанням верстатів з ЧПК»

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Обсяг дипломного проекту (роботи)

Кількість листів креслень 4арк. Ф. А1, кількість сторінок записки 76 стор.

1. Короткий зміст дипломної роботи: розроблена технологія виготовлення деталі «Фланець» із застосуванням верстатів з ЧПК, спроектовані верстатний і вимірювальний пристрої, наведені заходи з охорони праці.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: дипломна робота за змістом і за обсягом відповідає виданому завданню.
3. Характеристика виконання розділів роботи:
 - 1) в загальному розділі проведено аналіз конструкції виробу, технологічності деталі;
 - 2) були запропоновані зміни в технологічному маршруті обробки. Токарні і фрезерні операції замінено на токарну з ЧПК. Вибраний тип заготовки, призначені припуски та режими різання, виконано технічне нормування;
 - 3) в конструкторському розділі спроектований верстатний пристрій для базування і затиску заготовки при обробці на горизонтально-розточному верстаті, а також контрольно-вимірювальний для контролю відхилень.
 - 4) в розділі охорони праці запропоновані заходи для безпечної роботи працівників машинобудівних дільниць.
4. Позитивні сторони роботи: використані нові підходи при виготовленні Фланця.
5. Негативні сторони роботи: бажано було використати більше спеціалізованих комп'ютерних програм для розрахунків.
6. Оцінка графічної частини та пояснювальної записки дипломної роботи: пояснювальна записка та графічний матеріал виконані з дотриманням існуючих вимог.
7. Відгук на роботу в цілому: представлення дипломна робота відповідає спеціальності 131 прикладна механіка.
8. Інші зауваження:
9. Оцінка роботи: загальна оцінка «добре».

РЕЦЕНЗЕНТ *к.т.н., доц.доц. Т.М. Гончар В.А.*

« 29 07 » 2023р.

Анотація

Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Фланець ПМТ.20.23.004» з використанням верстатів з ЧПК

Автор: В.І.Шеремета . Керівник проекту: С.А.Костюк

Об'єм пояснювальної записки становить 74, графічна частина 4 листа формату А1

В першому розділі проведено огляд науково-технічної інформації відповідно до тематики дипломної роботи. Проведено аналіз технологічності деталі та вибір типу виробництва.

В другому розділі (технологічний) наведено обґрунтування вибору заготовки та методів її отримання, визначено припуски на механічну обробку, режими різання та норми часу на виконання технологічних операцій. Режими різання визначались аналітичним способом та в автоматизованому режимі з використанням відповідного програмного забезпечення. Для технологічних операцій, що виконуються на верстатах з числовим програмним керуванням, код програми розроблявся в середовищі САМ-Espirit.

В третьому розділі (конструкторський) проведено конструювання та розрахунки верстатного та контрольно-вимірювального пристрою.

Четвертий розділ присвячений питанням охорони праці на механічній дільниці виготовлення деталі «Фланець».

Додатки містять комплект конструкторсько-технологічної документації, а також керуючу програму на верстат з ЧПК.

Автор проекту: В.І. Шеремета

2023р.

Підпис

Дата

Зміст

Вступ	6
1 ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1 Аналіз об'єкта виробництва та визначення задач	8
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.	10
1.2.1 Вихідні дані для проектування	12
1.3 Визначення типу та організаційної форми виробництва.	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методів її отримання	15
2.1.1 Проектування виливка деталі « фланець ПМТ 20.23.004»	20
2.2 Вибір технологічних баз	23
2.3 Визначення припусків та допусків на розміри заготовки	27
2.3.1 Розрахунково - аналітичний метод	30
2.4 Розробка технологічних операцій механічної обробки	33
2.4.1 Розробка технологічних операцій механічної обробки на верстатах з ЧПК	34
2.5 Розрахунок та вибір режимів різання	36
2.5.1 Аналітичний і табличний розрахунок режимів різання.	37
2.5.2 Розрахунок режимів різання на інші операції за допомогою ЕОМ.	42
2.6 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій.	43
2.7 Визначення кваліфікації робіт	45
2.8 Визначення кількості верстатів	45
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	50

3.1	Проектування верстатного пристрою	50
3.1.1	Вибір установочних елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої	51
3.1.2	Розрахунок елементів пристрою на міцність	53
3.1.3	Розрахунок пристрою на точність	59
3.2	Проектування контрольно – вимірювального пристрою	62
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1	Заходи з охорони навколишнього середовища	66
	Висновки	68
	Список використаних літературних джерел	69
	Додатки	61
	Додаток А	61
	Додаток Б	64

ВСТУП

Прикладна механіка є базовою галуззю народного господарства, що визначає рівень розвитку галузей: легкої промисловості, сільського господарства, енергетики, транспорту, побуту, сфери торгівлі та обслуговування. В існуючих умовах розвитку суспільства в період переходу від великих підприємств, оснащених застарілими технологіями масового виробництва, до сучасних, в більшості приватних, одним із самих значимих факторів технічного прогресу в машинобудуванні, приладобудуванні та легкій промисловості є розробка нових та удосконалення існуючих технологій виробництва за рахунок створення кращих засобів праці та абсолютно нових технологій.

Сучасні досягнення науки і техніки стали можливі завдяки творчості і творчій діяльності багатьох поколінь.

Технологія машинобудування – це наука про виготовлення машин потрібної якості у встановленій виробничою програмою кількості і в задані строки при найменших затратах, тобто при найменшій собівартості. Визначення технології машинобудування, як науки про виготовлення машин трактує її, як синтез технічних проблем («виготовлення машин потрібної якості»), організації виробництва («у встановленій виробничою програмою кількості»), планування («у заданий термін») і економічне обґрунтування («при найменшій собівартості»).

Важливими сучасними напрямками розвитку в технології машинобудування є оптимізація режимів і процесів обробки, автоматизація виробництва і керування технологічними процесами. Застосування електронно-обчислювальної техніки, верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) та робототехніки для організації гнучкої форми виробництва дозволяє за короткий термін провести підготовку виробництва для серійного виготовлення деталей машин широкої номенклатури. Але не

зважаючи на широкі функціональні можливості сучасного обладнання значна частина підготовчо-заключного часу витрачається на зміну технологічного оснащення (верстатні пристосування) та інструментів. Зважаючи на дані обставини верстатний пристрій повинен забезпечувати не лише вимоги надійного базування та закріплення заготовки, а й забезпечувати можливість швидкого налагодження та заміни.

1 ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Аналіз об'єкта виробництва та визначення задач

Снігоочисник «Мотор Січ СН-1», який агрегується з мотоблоком «Мотор Січ МБ-4,05» призначений для очищення тротуарів, доріг, площадок та інших територій від снігу, на яких застосування високопродуктивних збиральних машин неможливо або недоцільно, це можуть бути міські парки, сквери, тротуари, парки санаторіїв та баз відпочинку, а також можуть застосовуватись і для прибирання ділянок на заводах.

Основні параметри та розміри снігоочисника зазначені в таблиці 1.1, загальний вид рисунок 1.

Таблиця 1.1

Основні параметри та розміри снігоочисника

Найменування параметра та розміру	Значення
1 Тип снігоочисника	причіпний
2 Максимальна швидкість руху при очищенні, км/год	2,5
3 Привід	від вала відбору
4 Мастило:	потужності ТАД –17 И ГОСТ 23652-79
- картер редуктора	солідол Ж ГОСТ 1033-
- обертових деталей	79
5 Ширина захвату, мм	740
6 Найбільша висота очищувального снігу, мм	200
7 Дальність викиду при частоті обертання ротора 1000 об/хв, м	3-5
8 Габаритні розміри, мм, не більше	
- довжина	
- ширина	775
- висота	790
	930

Снігоочисник складається з таких основних частин, див. рисунок 1:

корпуса (1), на якому встановлено редуктор (2), зчіпка (3), в якому встановленні регулювальні болти (8), направляючий патрубок (4) з фіксатором (9), полози (5).

На вихідний вал редуктора (2) встановлюються шнеки (6), а на вал-шестерню редуктора (2) вентилятор (7).

2 · 1 · 3 · 1 · 4 · 1 · 5 · 1 · 6 · 1 · 7 · 1 · 8 · 1

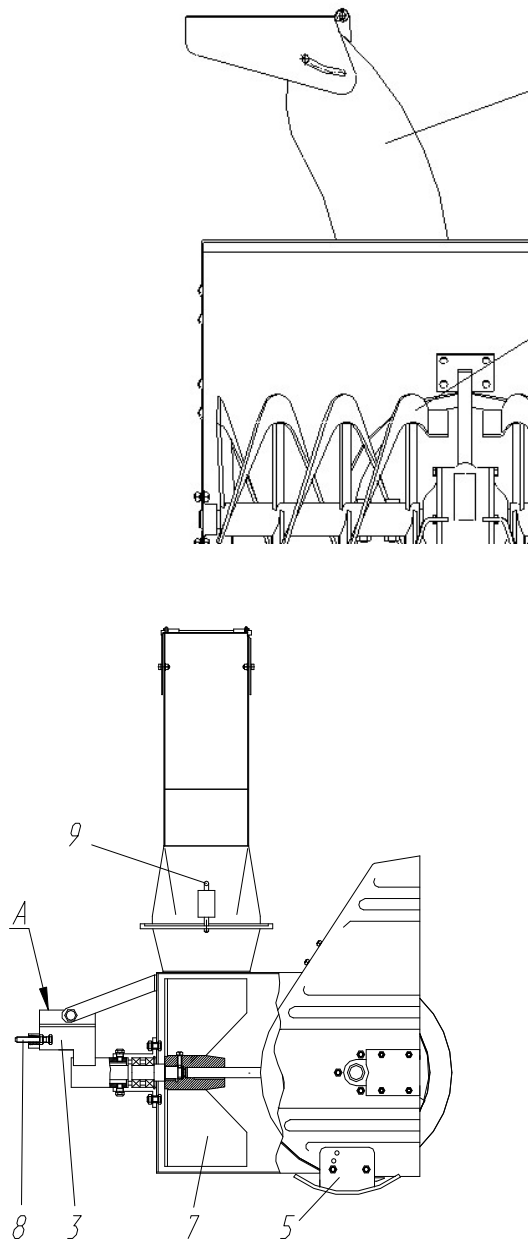


Рис. 1 – Снігоочисник «Мотор Січ СН-1»

1 – корпус, 2 – редуктор, 3 – зчіпка, 4 – направляючий патрубок, 5 – полоз, 6 – шнек, 7 – вентилятор, 8 – болт, 9 – фіксатор, А – отвір зчіпки

Деталь «Фланець ПМТ.20.23.004» забезпечує базування корпуса снігоочисника з валом відбору потужності мотоблока

Об'єкт виробництва деталь "Фланець "(вага деталі 1,53 кг) по конструкції являє собою тіло обертання, виготовлене методом лиття по виплавляємим моделям, що забезпечує отримання заготовки з мінімальними припусками та не перерізними внутрішніми структурними лініями, що підвищує міцність виробу.

Деталь виготовляється з матеріалу сталь 20Л хімічний склад якої наведений в таблиці 1.2 за ДСТУ 7809:2015. Сталь 20Л це вуглецева якісна конструкційна сталь. Ця сталь відзначається високою пластичністю, добре зварюється, кується, штампується.

Таблиця 1.2

Хімічний склад і мех. властивості сталі 20Л ДСТУ 7809:2015

вуглець %	хром до %	марганець до %	нікель до %	сірка до %	σ_T МПа	σ_B МПа	δ_5 %
0,15...0,25	0,25	0,8	0,25	0,04	250	430	25

Креслення деталі "Фланець " містить всі дані (проекції, розрізи, види, розміри з допусками, вимоги до точності форми і взаємного розташування поверхонь) необхідні для виготовлення, контролю і випробовування виробу.

Технічні вимоги на даному кресленні призначені в повному обсязі.

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.

Фланці призначені для обмеження осьового переміщення вала розміщеного в підшипниках за рахунок створення певного натягу або гарантованого осьового зазору між торцем зовнішнього кільця підшипника і торцем фланця.

Технічні вимоги до фланців: точність отворів по 7...8 квалітету (поля допусків Н6, Н7, Js7, К6 та інші під підшипники); точність внутрішніх поверхонь, якими базується фланець 6...8 квалітети; параметр шорсткості $R_a = 1,25 \dots 2,5$ мкм; допуск циліндричності і круглості поверхонь під підшипники 0,01...0,02 мм; допуск на торцеве биття відносно вісі отвору 0.03...0.05 мм.

Обробку ведемо з права на ліво за головну базу приймаємо циліндричну поверхню $\varnothing 70$ мм.

Аналізуючи технологічність деталі можна виділити наступне.

Деталь виготовляється з матеріалу Сталь 20Л ДСТУ 7809:2015. Матеріал деталі Сталь 20Л є не дорогою, і досить поширеною, а також досить добре піддається обробці. З точки зору аналізу по геометричній формі, деталь є простою і немає важкооброблюваних поверхонь, усі поверхні є простими і являють собою зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні, а також квадрат. Отже в цілому деталь технологічна.

Конфігурація деталі та її матеріал дозволяє отримання заготовки різними способами із максимально можливим наближенням форми і розмірів деталі до форми і розмірів заготовки.

Деталь має поверхні, виконані по високому класу, наприклад: ($\varnothing 52^{+0,03}$, $\varnothing 57^{+0,1}_{+0,05}$). Ці поверхні доступні для обробки на звичайних верстатах стандартним інструментом і не потребують дорогих фінішних операцій.

Розміри на кресленні деталі проставлені так, що дозволяють використовувати суміщення баз, це призводить до більшої точності виготовлення деталі за рахунок виключення похибок установки та базування.

Значення допустимих та граничних відхилень розмірів та шорсткості проставлені тільки на відповідальні поверхні, а на всі інші відповідно до оформлення технічної документації.

При виготовленні даної деталі можливо використовувати типові технологічні процеси.

1.2.1 Вихідні дані для проектування

Вихідні дані для проектування технологічного процесу механічної обробки деталі:

1. Робоче креслення деталі фланець
2. Технічні умови на виготовлення деталі
3. Обсяг випуску виробів у які входить деталь

1.3 Визначення типу та організаційної форми виробництва.

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції: $K_{зо}$. В одиничному виробництві $K_{зо}$ не регламентується. [3].

Коефіцієнт закріплення операцій для усіх різновидів серійного виробництва визначається за формулою:

$$K_{зо} = \frac{\sum n_{oi}}{\sum P_i} \quad (1.1)$$

де $\sum n_{oi}$; - сумарна кількість різних операцій за місяць по дільниці з розрахунку на одного змінного майстра.

$\sum P_i$; - явочна кількість робітників дільниці виконуючих різноманітні операції при роботі в одну зміну.

У даному розрахунку рекомендується визначати умовну кількість операцій виконаних на одному верстаті на протязі одного місяця при роботі в одну зміну по формулі:

$$n_{oi} = \frac{\eta_m}{\eta_e} \quad (1.2)$$

де η_m - коефіцієнт завантаження верстата операцією, яка проектується

η_e - планований нормативний коефіцієнт завантаження верстата всіма закріпленими за ним однотипними операціями :

-прийнятий; для великосерійного - 0,75 ; для середньосерійного - 0,8; та для дрібносерійного виробництва – 0,9.

$$\eta = \frac{T_{ш.к.} N_m}{60 F_m k_g} \quad (1.3)$$

де $T_{ш.к.}$ - штучно-калькуляційний час на виконання операції, хв.,

N_m - місячна програма випуску заданої деталі при роботі в одну зміну, шт.

$$N_m = \frac{N_p}{24}, \quad (1.4)$$

де N_p - річна програма випуску заданої деталі.

$$N_m = 5000 / 24 = 208,3 \text{ шт.}$$

F_m - місячний фонд часу роботи обладнання в одну зміну, год.

$$F_m = 4055 / (2 \cdot 12) = 169 \text{ год.}$$

K_b - коефіцієнт виконання норм, приймаємо рівним 1,3.

Підставивши в формулу (1.3) значення F_m , та k_b отримаємо такий

$$\eta = \frac{T_{ш.к.} N_m}{60 F_m k_g} = \frac{T_{ш.к.} N_m}{60 \cdot 169 \cdot 1.3} = \frac{T_{ш.к.} N_m}{13182} \quad (1.5)$$

Після підстановки виразу (1.5) у формулу (1.3) отримаємо залежність для визначення кількості однотипних операцій які виконуються на одному верстаті на протязі місяця.

$$\eta_{oi} = \frac{13182 \eta_i}{T_{ш.к.} N_m} \quad (1.6)$$

$$\eta_{o1} = 13182 \cdot 0,9 / 11,9 \cdot 208,3 = 1,5 = 4,78$$

$$\eta_{o2} = 13182 \cdot 0,9 / 5,1 \cdot 208,3 = 3,96 = 11,16$$

$$\eta_{o3} = 13182 \cdot 0,9 / 7,7 \cdot 208,3 = 6,33 = 7,39$$

$$\eta_{o4} = 13182 \cdot 0,9 / 9,9 \cdot 208,3 = 2,88 = 5,75$$

$$\eta_{o5} = 13182 \cdot 0,9 / 7 \cdot 208,3 = 2,23 = 8,13$$

$$\eta_{o6} = 13182 \cdot 0,9 / 3,154 \cdot 208,3 = 2,23 = 18,05$$

Загальну кількість операцій що виконуються на ділянці на протязі одного місяця визначаємо по формулі;

$$\sum n_{oi} = n_{o1} + n_{o2} + \dots + n_{on} \quad (1.7)$$

$$\sum n_{oi} = 4,78 + 11,16 + 7,39 + 5,75 + 8,13 + 18,05 = 55,26$$

Необхідна кількість робітників для обслуговування на протязі однієї зміни одного верстата завантаженого по плановому нормативному коефіцієнту.

$$P_i = \frac{N_i t_i}{60 K_n \Phi} = \frac{n_{oi} N_m T_{ш.к.}}{60 K_g \Phi} \quad (1.8)$$

де N_i - приведений місячний об'єм випуску деталей, шт., при завантаженні верстата до прийнятого значення $\eta_n : N_t = n_{oi} \cdot N_m$,

t_j - штучно-калькуляційний час на виконання операції, хв.

Φ - місячний фонд часу робочого, зайнятого на протязі 22 робочих днів в місяць, год. $\Phi = 22 \cdot 8 = 176$ год.

Після підстановки в формулу (1.8) значень k_b , Φ та n_{oi} , отримаємо залежність для визначення необхідної кількості працівників для обслуговування одного верстата.

$$P_i = 0,96 \eta_n \quad (1.9)$$

$$P_i = 0,96 \cdot 0,9 = 0,864$$

(Кількість робітників, що обслуговують один верстат приймаємо однаковою тобто 1).

Явочну кількість робітників дільниці визначаємо, як суму:

$$\sum P_i = P_1 + P_2 \dots + P_n \quad (1.10)$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$$

Отже:

$$K_{30} = 55,26 / 6 = 9,21$$

По розрахованому коефіцієнту закріплення операції приймаємо тип виробництва - серійне.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методів її отримання

На вибір методу отримання заготовки впливають такі фактори: матеріал деталі, її призначення та технічні умови на виготовлення, об'єм та серійність виготовлення, форма поверхонь та розміри деталі.

Приймаємо матеріал заготовки сталь 20Л ДСТУ 7809:2015 основні характеристики якої приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Хімічний склад і мех. властивості сталі 20Л ДСТУ 7809:2015

вуглець	хром	марганець	нікель	сірка	σ_T	σ_B	δ_5
%	до %	до %	до %	до %	МПа	МПа	%
0,15...0,25	0,25	0,8	0,25	0,04	250	430	25

Оптимальний метод отримання заготовки визначається на основі всебічного аналізу усіх вищезазначених факторів та техніко-економічного розрахунку технологічної собівартості деталі.

Метод отримання заготовки, який забезпечує технологічність виготовлення з неї деталі при мінімальній собівартості рахується оптимальним, який вибирається на підставі техніко – економічного розрахунку технологічної собівартості заготовки.

Проведемо порівняльний розрахунок двох методів отримання заготовки:

- 1) Виготовлення заготовки з прокату гарячекатаного звичайної точності;
- 2) Литво по виплавляємим моделям.
 - 1) Якщо деталь виготовляється з прокату рисунок 2.1, то витрати

на виготовлення заготовки знаходять по її масі рисунок 2.2 і масі видаленої стружки, які визначаємо за формулою 2.1.

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{від}}}{1000} \quad (2.1)$$

де Q - маса заготовки Q = 14.5 кг;

S - базова вартість 1 кг. матеріалу, S = 19.80 грн,

q - маса готової деталі, q = 1,53 кг.;

S_{відх} - вартість 1 т відходів, S_{відх} = 1600 грн,

Рис. 2.2 – масові характеристики

$$M = 14.5 \cdot 19.8 - (14.5 - 1.53) \cdot 1600 / 1000 = 266,35 \text{ грн.}$$

Розрізка заготовок поштучно

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{н.з.}} \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot 100} \quad (2.2)$$

де C_{пз} - приведені затрати на заготівельні операції коп/год,

T_{шт} - штучний час виконання заготівельної операції,

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{121 \cdot 15}{60 \cdot 100} = 0,3$$

Вартість заготовки з прокату

$$S_{\text{заг1}} = 266,35 + 0,3 = 266,65 \text{ грн.}$$

2) Вартість заготовки литтям по виплавляємим моделям рисунок

2.3, 2.4 визначається за формулою (2.3)

$$S_{\text{заг2}} = ((S_{\text{баз}} / 1000) Q k_m k_c k_v k_m k_n) - (Q - q) S_{\text{відх}} / 1000 \quad (2.3)$$

де S_{баз} - базова вартість 1 т заготовок. S_{баз} = 10000 грн;

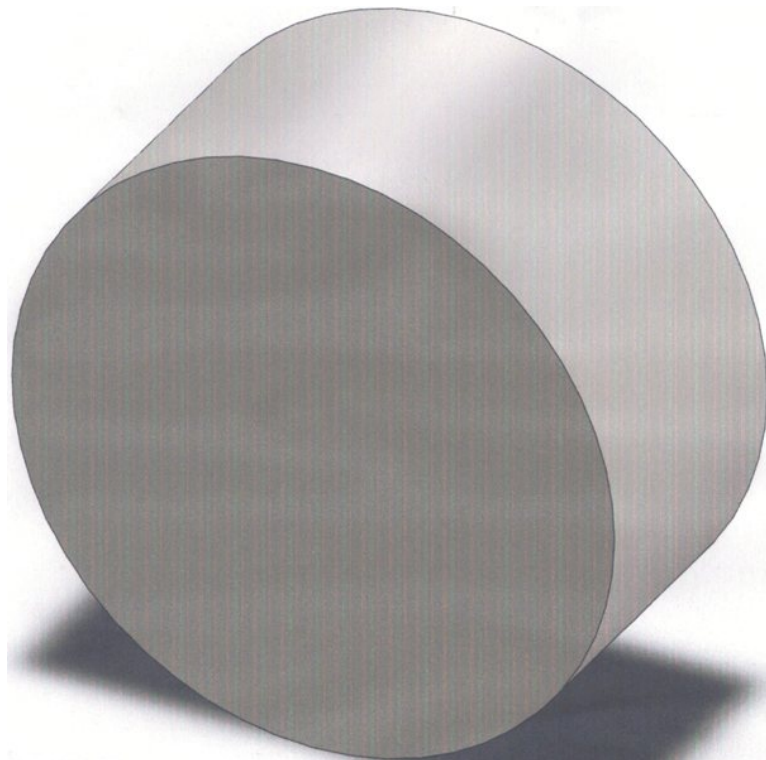


Рис.2.1 – Заготовка

SW Массовые характеристики

Печать... Копировать Закрывать Параметры... Пересчитать

Активная система координат: -- по умолчанию --

Выбранные элементы: Деталь1.SLDPRT

Включить скрытые тела/компоненты

Активная система координат в углу

Определенные массовые характеристики

Массовые характеристики Деталь1 (Part Configuration - По умолчанию)

Активная система координат : -- по умолчанию --

Плотность = 0.01 граммов на кубический миллиметр

Масса = 14517.65 граммов

Объем = 1861236.57 кубические миллиметры

Площадь поверхности = 89189.82 квадратных миллиметры

Центр масс: (миллиметры)

X = 0.00
Y = 0.00
Z = 41.00

Основные оси инерции и основные моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
центр масс

Ix = (1.00, 0.00, 0.00)	Px = 34357217.23
Iy = (0.00, 1.00, 0.00)	Py = 34357217.23
Iz = (0.00, 0.00, 1.00)	Pz = 52444993.38

Рис. 2.2 – Масові характеристики

$S_{\text{відх}}$ - вартість 1 т відходів, $S_{\text{відх}} = 1600$ грн;

Q - маса заготовки, $Q = 2,8$ кг;

q - маса готової деталі, $q = 1,53$ кг;

k_m - коефіцієнт класу точності, $k_m = 1,05$ [3, с.37];

k_c - коефіцієнт групи складності $k_c = 0,86$ [3, с.36, табл. 12];

k_b - коефіцієнт маси $k_b = 1,5$ [3, с.36, табл. 13];

k_M - коефіцієнт марки матеріалу, $k_M = 1$ [3, с.37];

k_n - коефіцієнт об'єму виробництва, $k_n = 1,5$ [3, с.35, табл. 12]

$$S_{\text{заг1}} = ((10000/1000) \cdot 2,8 \cdot 1,05 \cdot 0,86 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,25) - (2,8 - 1,53) \cdot 1600/1000 = 34,3 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{н.з.}} \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot 100} \quad (2.4)$$

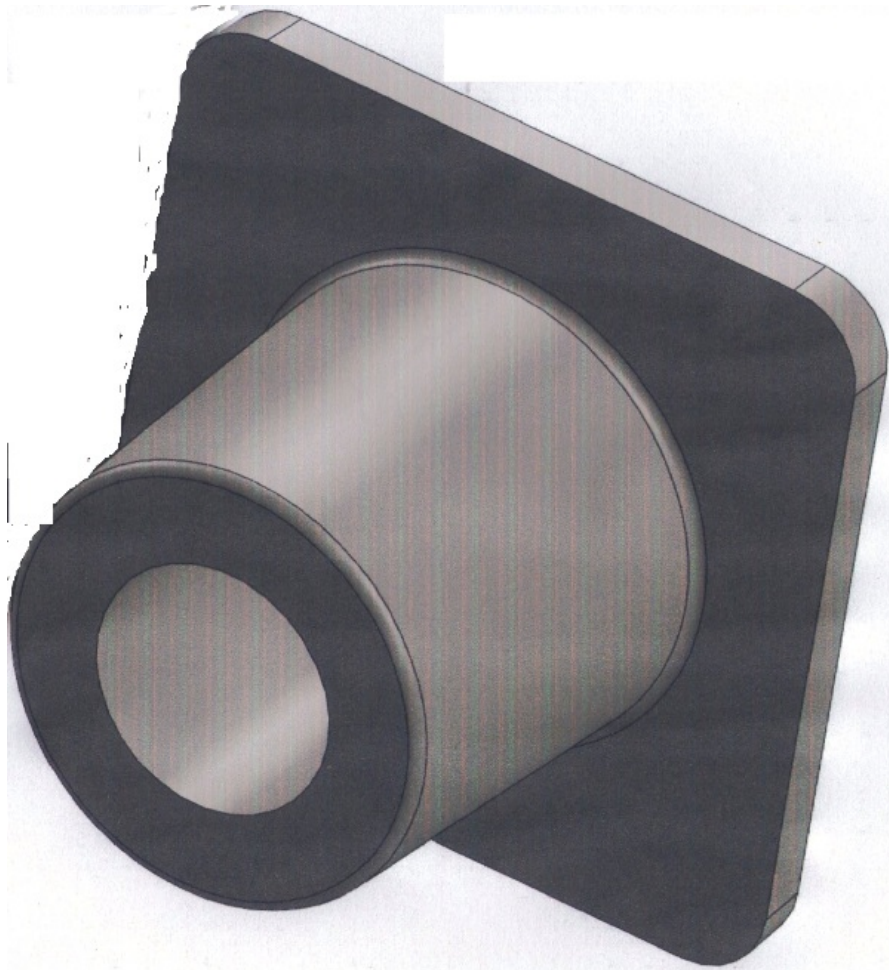


Рис. 2.3 - Виливок

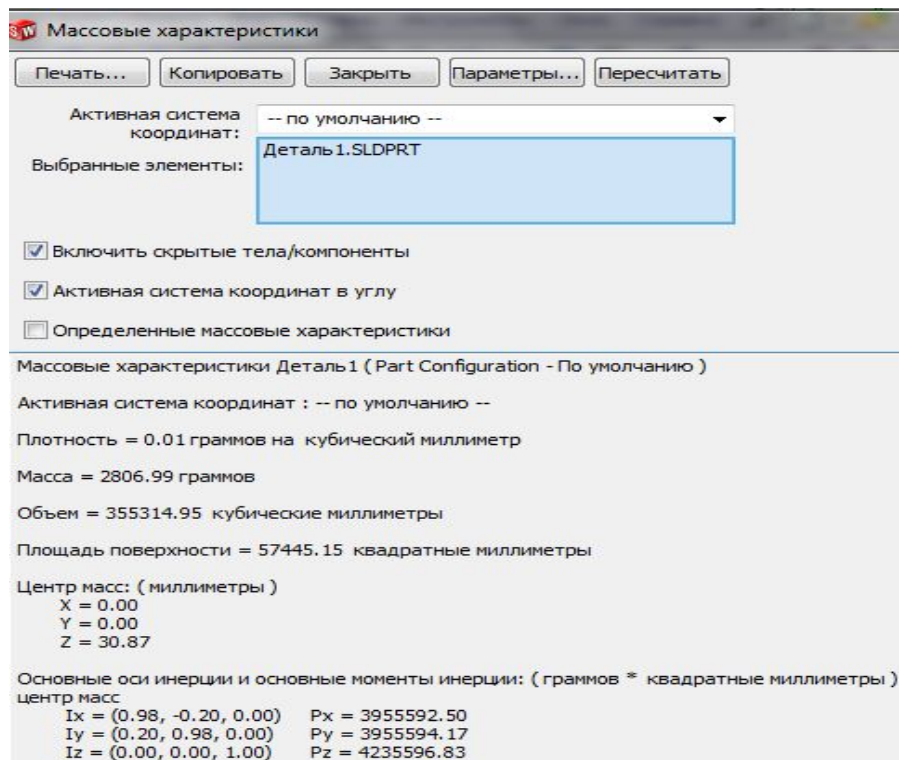


Рис. 2.4 – масові характеристики виливка

$C_{o.з.}$ - технологічна собівартість заготівельних операцій,

$$C_{o.з.} = \frac{218 \cdot 7,5}{60 \cdot 100} = 0,27$$

Вартість заготовки отриманої литтям

$$S_{зар2} = 34,3 + 0,27 = 34,57 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{зар} = (S_{зар1} - S_{зар2})N \quad (2.5)$$

де $S_{зар1}$, $S_{зар2}$, - вартість заготовок які порівнюємо.

N - річна програма випуску.

$$E_{зар} = (266,65 - 34,57) \cdot 5000 = 1160400 \text{ грн.}$$

Висновок: Річний економічний ефект: 1160400 грн. при річній програмі випуску: 5000 шт.

Остаточню приймаємо метод отримання заготовок – литво по виплавляємим моделям.

2.1.1 Проектування вилівка деталі « фланець ПМТ 20.23.004»

Задана деталь показана на рисунку 2.5

Матеріал деталі: сталь 20Л ГОСТ 1050 – 85.

Технологічний процес литва – литво по виплавляємим моделям, визначаємо допуски розмірів, форми, розміщення і нерівностей поверхонь, допуски маси і припусків на механічну обробку.

1. Визначаємо клас розмірної точності

Табл. 9, с. 32

7T – 11T → 7

2. Визначаємо степінь короблення

Табл. 10, с. 35

$7/120=0.058$

6 – 9 → 7

3. Визначаємо степінь точності поверхні



Рис. 2.5 – 3D модель деталі та масові характеристики

Табл. 11, с. 36 7 – 12 → 8

4. Визначаємо клас точності маси

Табл. 13, с. 40 m=1,53 кг 5 – 12 → 7

5. Визначаємо ряд припусків

Табл. 14, с. 43 2 – 5 → 4

6. Визначаємо допуски розмірів виливка

Табл. 1, с. 2

7. – 0.5 1.6+0.9=2.5 7+2.5=9.5 ± 0.25

79 - 1.1 1.6·2=3.2 79+3.2=82.2±0.55

120 - 1.1 1.6·2=3.2 120+3.2=123.2±0.55

∅ 44 – 1.0 1.4·2=2.8 ∅ 44-2.8=41.2±0.5

∅ 70 – 1.1 1.6·2=3.2 ∅ 70 +3.2=73.2±0.55

7. Визначаємо допуск форми і розміщення виливка

Табл. 2, с. 5 → 0.5

8. Визначаємо допуск нерівностей

Табл. 3, с. 6 → 0.24

9. Визначаємо допуск маси

Табл. 4, с. 9 → 6.4 %

10. Визначаємо мінімальний припуск на сторону

Табл. 5, с. 9 → 0.4

11. Визначаємо загальний припуск на сторону в залежності від виду мех. обробки

Табл. 6, с. 10 → пункт 6.

12. Викреслюємо заготовку з нанесенням розмірів Таблиця 2.2, допусків з врахуванням ливарних радіусів і нахилів. (Аркуш)

13. Позначення точності виливка с.29

7 – 7 – 8 – 7 – См 0,4 ДСТУ 8981:2020

Номінальні розміри та припуски

Ном. Розмір деталі, мм	Допуск на Розмір, мм	Припуск на Розмір, мм	Ном. розмір Виливка, мм	Поле допуску на розм. виливка, мм
7.0	0.5	$1.6+0.9=2.5$	9.5	± 0.25
79.0	1.1	3.2	82.2	± 0.55
120	1.1	3.2	123.2	± 0.55
$\varnothing 44$	1.0	-2.8	$\varnothing 41.2$	± 0.5
$\varnothing 70$	1.1	3.2	$\varnothing 73.2$	± 0.55

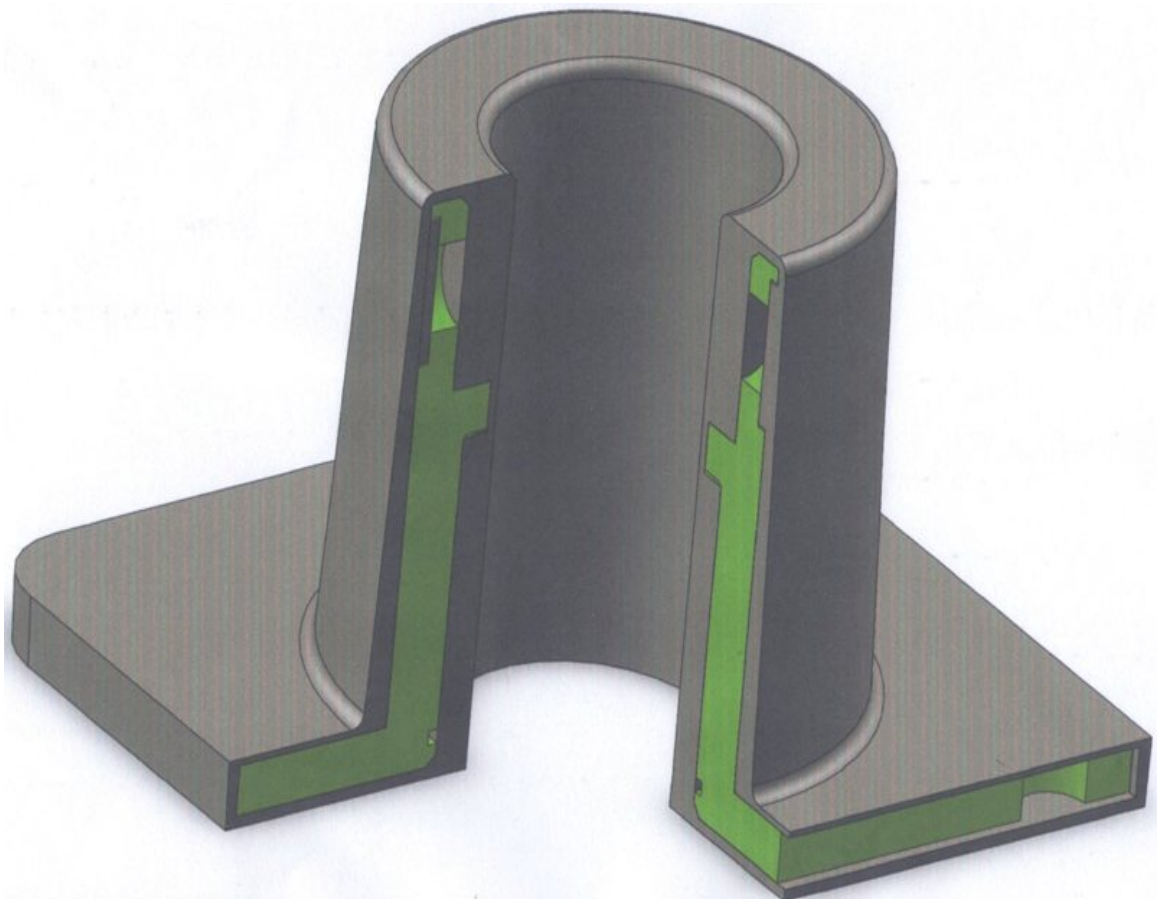


Рис. 2.6 – Складний розтин деталь - виливок

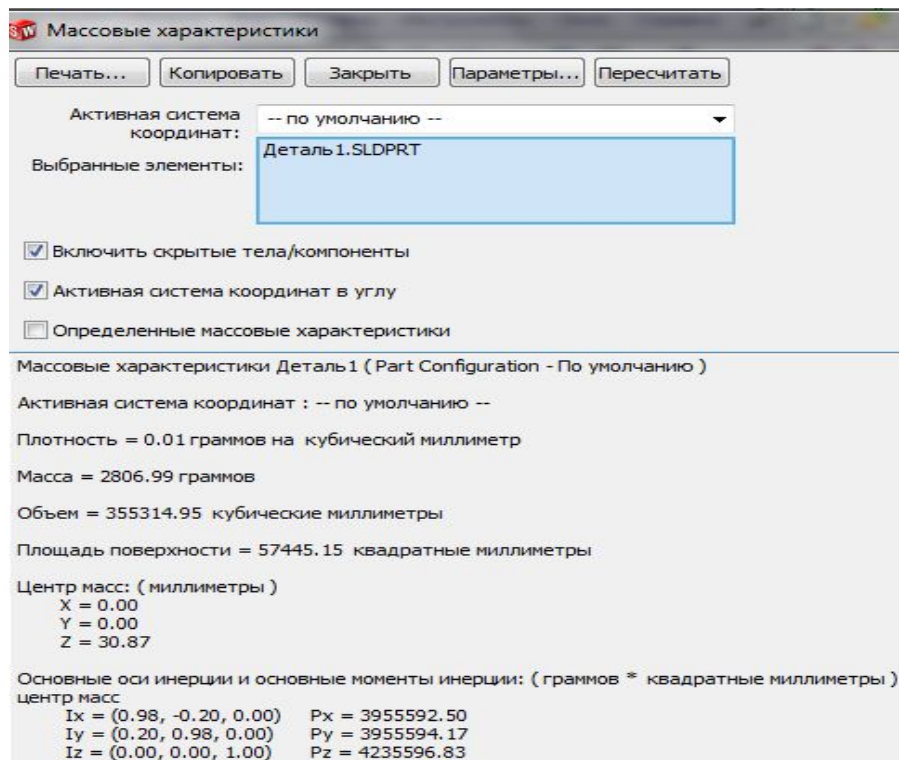


Рис. 2.7 – Масові характеристики

2.2 Вибір технологічних баз

Визначення технологічних баз відповідальний етап проектування технологічного процесу механічної обробки, тісно пов'язаний з побудовою самого процесу обробки заготовки.

Основні принципи, яких необхідно дотримуватись при визначенні баз;

- 1) принцип суміщення баз;
- 2) принцип постійності баз;
- 3) принцип єдності баз;

При визначенні базових поверхонь необхідно, щоб останні забезпечували добру стійкість і надійність встановлення заготовок, тобто були достатньо розвинуті.

Від правильного вибору технологічних баз залежить точність механічної обробки деталі.

Технологічні бази - це настановні поверхні, що визначають її

положення під час обробки на верстаті.

Технологічні бази можуть бути чорновими, чистовими, допоміжними і додатковими.

Чорнова технологічна база - неопрацьована поверхня прийнята для установки деталі на перших операціях.

Проаналізувавши конструктивні властивості заготовки можна назначити такі бази:

Першою операцією обробки фланця буде токарна. Для цієї операції чорновими базами будуть внутрішня поверхня деталі.

Чистова технологічна база - оброблена поверхня, прийнята в якості настановної на наступних операціях.

Допоміжна технологічна база - це оброблена поверхня, утворена на деталі по технологічним міркуванням але не необхідна, конструкцією самої деталі. Вона застосовується для спрощення виконання процесу обробки деталі, і підвищення точності. У нашому випадку в якості допоміжної, настановної бази на токарних і свердлильних операціях є зовнішня поверхня $\varnothing 70$. При цьому витримується принцип сталості баз, що дозволяє забезпечити необхідну точність обробки деталі на даних операціях.

2.3 Встановлення методів (маршруту) обробки окремих поверхонь деталі і вибір варіанта технологічного маршруту.

Маршрут обробки окремих поверхонь встановлюють виходячи з вимог до робочого креслення і властивостей заготовки.

Послідовність методів обробки поверхні на першому переході вибирають в залежності від способу отримання заготовки та її точності.

Встановлюють методи кінцевої обробки поверхні в залежності від технічних вимог, які ставляться до цієї поверхні.

Назначають методи обробки поверхні на проміжних переходах на основі вже вибраного першого і останнього методів обробки.

Слід пам'ятати, що кожному методу кінцевої обробки, передують декілька

попередніх методів. На чорнових операціях точність поверхні підвищується на 2...3 квалітети, на чистових на 1-2, враховуючи всі ці рекомендації можна визначити маршрут механічної обробки на кожну поверхню.

Для токарної обробки деталі фланець застосовуємо токарно-гвинторізний верстат з ЧПК моделі 16К20-Ф3. Для свердління чотирьох отворів $\varnothing 11$ мм - вертикально-свердлувальний верстат ЧПК моделі 2Р135-Ф2. Для отворів $\varnothing 12,1$ мм – вертикально-свердлувальний верстат моделі 2А135. Для обробки класних поверхонь використовуємо шліфувальні верстати з повідковим патроном для обробки поверхонь $\varnothing 52^{+0,03}$, $\varnothing 57^{+0,1}_{+0,05}$. При обробці фланця використовується як спеціальний, так і універсальний ріжучий й абразивний інструменти, до яких відносяться спіральні свердла, різці прохідні, підрізні і канавкові, шліфувальні круги.

Для побудови плану технологічного процесу механічної обробки фланця схематично зобразимо фланець на рисунку 2.8 з позначенням його поверхонь, після чого складемо план.

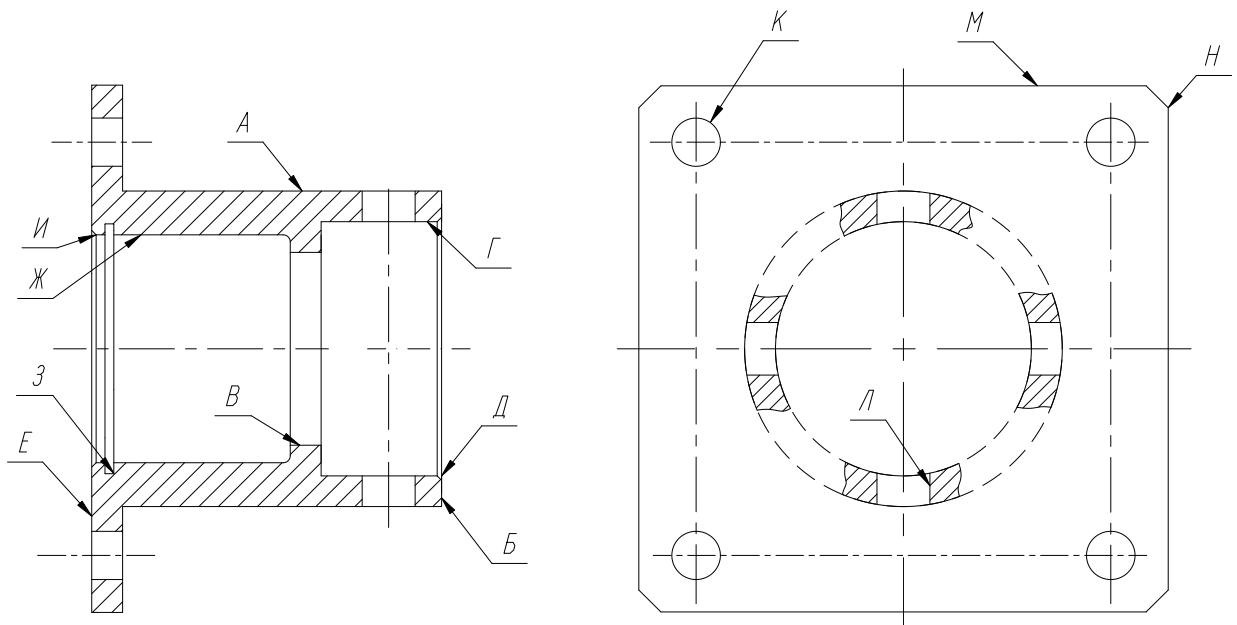


Рис. 2.8. Позначення основних поверхонь фланця

Ціль розробки – подати загальний план обробки заготовки, намітити зміст операції технологічного процесу, підібрати тип обладнання.

Рішення про вибір того чи іншого варіанту технологічного процесу,

приймають після їх техніко-економічного обґрунтування, яке проводиться по відмінній операції.

Складемо маршрут обробки у вигляді таблиці 2.3

Таблиця 2.3

Маршрут обробки деталі «фланець ПМТ 20.23.004»

№ опер.	Назва операції	Модель верстата	Короткий зміст	Базові поверхні
1	2	3	4	5
005	Токарна	16K20	Підрізати торець Е Розточити попередньо поверхню В Розточити остаточно пов. В Розточити попередньо поверхню Ж Розточити остаточно пов. Ж Точити фаску 1x45°-пов. И Точити канавку З	А, Д
010	Токарна з ЧПК	16K20Ф3	Підрізати торець Д Точити попередньо поверхню А Точити остаточно пов. А Розточити попередньо поверхню Г Розточити остаточно пов. Г,Ж Точити фаску 1x45°	Ж, Е
015	Свердлильна з ЧПК	2P135Ф2	Свердлити 4 отвори К	А
025	Свердлильна	2H125	Свердлити 4 отвори Л	Ж, Е
030	Контрольна			

2.3 Визначення припусків та допусків на розміри заготовки

Знаходимо припуски на обробку і проміжні граничні розміри для обробки поверхні $\varnothing 52^{+0,03}$ мм деталі фланець. Заготовка отримана литтям маса – 2,8 кг. Схема установки деталі - обробка в трьохкулачковому токарному патроні.

План обробки поверхні $\varnothing 52^{+0,03}$ мм. відповідно до вимог креслення та з урахуванням економічної точності обробки:

- Заготовка;
- Розточування чорнове;
- Розточування чистове;

Значення параметрів $R_z + T$ для литих заготовки $R_z + T = 200$ мкм, [3, с.65, табл. 27] після механічної обробки – $R_z = 10$ мкм, $T = 20$ мкм. [3, с.67, табл. 29]

При обробці деталі з затиском в трьохкулачковому патроні з упором в торець похибка установки на поверхню що обробляється дорівнює нулю ($\varepsilon_y = 0$).

Сумарне значення просторових відхилень поверхні що обробляється відносно базової визначається за формулою:

$$\rho_{кор} = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \quad (2.6)$$

Величину короблення отвору визначаємо по формулі:

де K_u - коефіцієнт уточнення $K_u = 0,04$ [3, с.74]

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2} \quad (2.7)$$

де Δ_k - питома кривизна $\Delta_k = 0,7$ [3, с.72, табл. 32]

D - діаметр поверхні $D = 41,2$ мм, l – довжина поверхні що обробляється.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,7 \cdot 52)^2 + (0,7 \cdot 45)^2} = 48.13 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{см} = \delta_\epsilon = 100 \text{ мкм} \quad (2.8)$$

$$\rho_{кор} = \sqrt{48.13^2 + 100^2} = 110.98 \approx 111 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка після обробки, мкм:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_{кор} \quad (2.9)$$

$$\rho_{ост1} = 111 \cdot 0,06 = 6,66 \approx 7 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{ост2} = 111 \cdot 0,04 = 4,44 \approx 5 \text{ мкм.}$$

Значення мінімального припуску:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) \quad (2.10)$$

Мінімальний допуск при розточуванні:

Чорновому

$$2z_{\min} = 2(200+111) = 2 \cdot 311 = 622 \text{ мкм.}$$

Чистовому

$$2z_{\min} = 2(50+50+7) = 2 \cdot 107 = 214 \text{ мкм.}$$

Шліфуванні

$$2z_{\min} = 2(30+30+5) = 2 \cdot 65 = 130 \text{ мкм.}$$

Чистове розточування $d_{\max} = 52.03 - 0.13 = 51.9 \text{ мм.}$

Чорнове розточування $d_{\max} = 51.9 - 0.214 = 51.686 \approx 51.7 \text{ мм.}$

Заготовка $d_{\max} = 51.686 - 622 = 51.064 \approx 51,01 \text{ мм.}$

$$d_{msn} = 51.9 - 0.05 = 51.85 \text{ мкм.}$$

$$d_{msn} = 51.7 - 0.17 = 51.53 \text{ мкм.}$$

$$d_{msn} = 50.3 - 0.4 = 49.9 \text{ мкм.}$$

Граничні значення припусків:

Тонке розточування

$$2z_{\min}^{np} = 52.03 - 51.9 = 0.13 = 130 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max}^{np} = 52.0 - 51.85 = 0.15 = 150 \text{ мкм}$$

Для чистового

$$2z_{\min}^{np} = 51.9 - 51.7 = 0,2 = 200 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max}^{np} = 51.85 - 51.53 = 0.32 = 320 \text{ мкм.}$$

Для чорнового

$$2z_{\min}^{np} = 51.7 - 50.3 = 1.4 = 1400 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max}^{np} = 51.53 - 49.9 = 1.63 = 1630 \text{ мкм.}$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.4 Колонка "Розрахунковий розмір" заповнюється, починаючи з найменшого кінцевого розміру (52.0 мм) шляхом послідовного віднімання розрахункового мінімального припуску для кожного технологічного переходу до відповідного розрахункового розміру.

Загальні допуски $2z_{O_{\min}}$ та $2z_{O_{\max}}$ рахуємо додаючи проміжні припуски.

$$2z_{O_{\min}} = 130 + 200 + 1400 = 1730 \text{ мкм.} \quad (2.11)$$

$$2z_{O_{\max}} = 150 + 320 + 1630 = 2100 \text{ мкм.} \quad (2.12)$$

Перевірка правильності розрахунків.

$$z_{\max}^{np} - z_{\min}^{np} = 150 - 130 = 20 \text{ мкм.}; \delta_3 - \delta_4 = 50 - 30 = 20 \text{ мкм}$$

$$z_{\max}^{np} - z_{\min}^{np} = 320 - 200 = 120 \text{ мкм.}; \delta_2 - \delta_3 = 170 - 50 = 120 \text{ мкм.}$$

Таблиця 2.4

Данні по припускам на $\varnothing 52^{+0,03}$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 52^{+0,03}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм.	Допуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	200		111	0		51,04	400	49.9	50.3		
Розточ.											
чорнове	50	50	7	0	2·308	51.7	170	51.53	51.7	1400	1630
чистове	30	30	5	0	2·107	51.9	50	51.85	51.9	200	320
Тонке розточ.	10	20	-	0	2·65	52.0	30	52.0	52.03	130	150
Всього										1730	2100

$$z_{\max}^{np} - z_{\min}^{np} = 1630 - 1400 = 230 \text{ мкм.}; \delta_1 - \delta_2 = 400 - 170 = 230 \text{ мкм.}$$

Загальний номінальний припуск:

$$z_{\text{ном}} = z_{O_{\min}} + B_z - B_\delta = 1730 + 200 - 50 = 1880 \text{ мкм.} \quad (2.13)$$

$$d_{\text{зном}} = d_{\text{ном}} - z_{\text{ном}} = 52.0 - 1.88 = 50.12 \approx 50.1 \text{ мм.} \quad (2.14)$$

2.3.1 Розрахунково - аналітичний метод

Розрахуємо аналітично припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 57$

Технологічний маршрут обробки

1. Розточування чорнове.
2. Розточування чистове.
3. Розточування тонке.

Розрахунок припусків ведемо шляхом складання таблиці, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки і усі елементи припуску.

Конструкторський розмір поверхні, що оброблюється:

Номінальний розмір $\varnothing 57 \text{ мм.}$

Верхнє відхилення $+0,1 \text{ мм.}$

Нижнє відхилення $+0,05$

Сумарне значення, яке характеризує якість поверхні литих заготовок

$(R_z \text{ і } T)$ [2, табл. 27].

Результати розрахунків по програмі Prirusk

Технологічні Переходи	Елементи припуска				Розр.прип. $2Z_{min}$, мкм	Розрахунок розмірів; мм. Допуск	Допуск δ , мкм	Граничні Розміри		Граничні значення припуску	
	R_z мм	T мкм м	ρ мкм м	ϵ_i мкм м				D_m ін мм	D_{max} х мм	$2Z_{min}$ н	$2Z_{max}$ ах
Заготовка	30	170	108	0	—	56,2	400	55,8	56,14		
Розточування чорнове	50	50	7	0	2·308	56,8	200	56,6	56,756	616	756
Розточування чистове	30	30	5	0	2·107	56,97	60	56,91	56,97	214	354
Розточування тонке	10	20	0	0	2·65	57,1	50	57,05	57,1	130	140

Всього: 960 1250

Визначаємо величину R_z і T для розточування чорнового, чистового та розточування точного:

Розточування чорнове $R_z=50$ (мкм); T=50(мкм).

Розточування чистове $R_z=30$ (мкм); T=30(мкм).

Розточування точне $R_z=10$ (мкм); T=20(мкм).

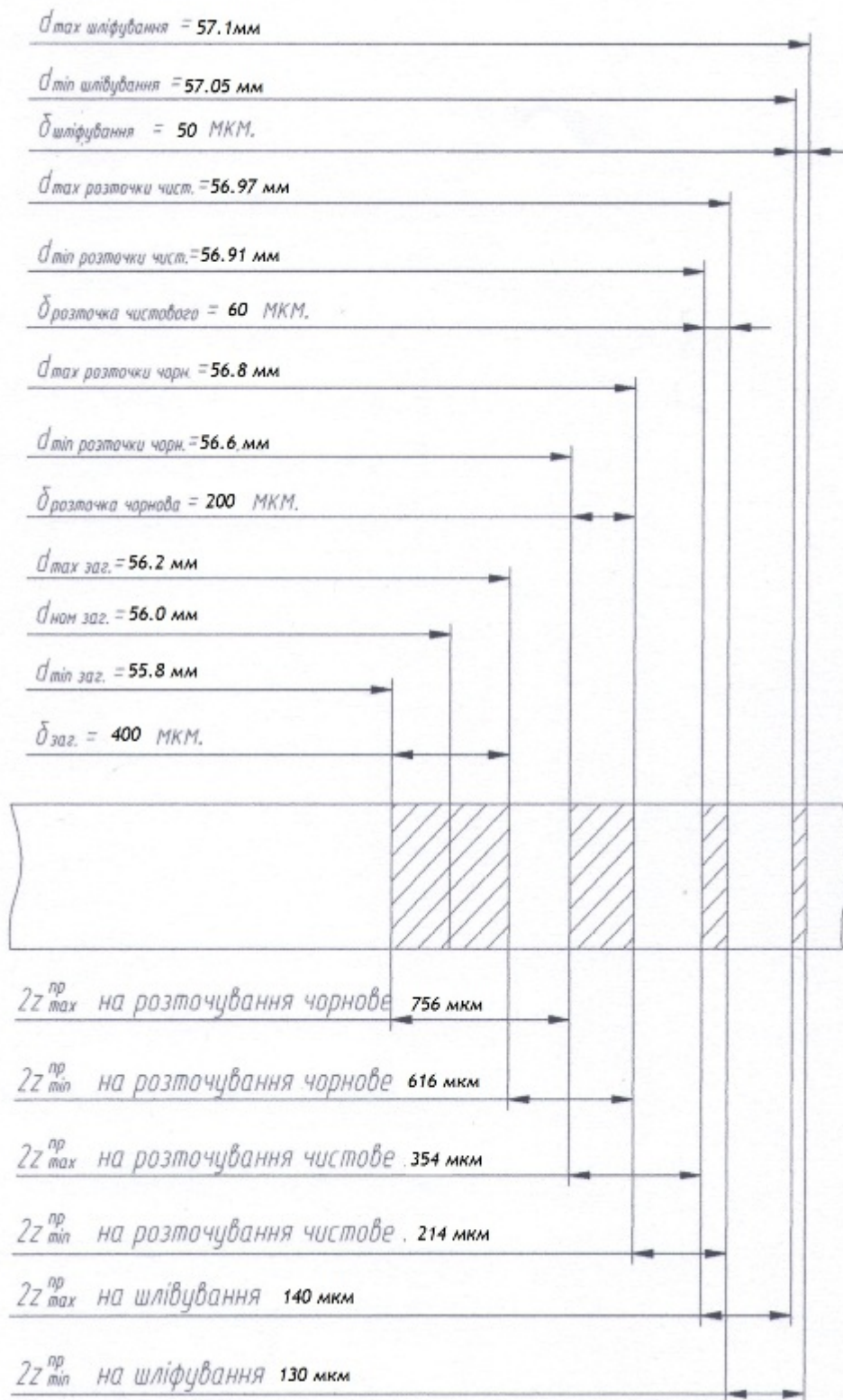


Рис.2.9 – Схема розташування полів припусків і допусків на обробку поверхні $\text{Ø}57_{+0.05}^{+0.1}$

2.4 Розробка технологічних операцій механічної обробки

При проектуванні технологічної операції вирішується комплекс питань: уточнюється зміст операції, вибираються засоби технологічного оснащення, розраховуються режими різання, визначаються налагоджувальні розміри, норми часу, розробляються операційні ескізи і схеми налагоджень.

В умовах серійного виробництва можливість використання інтенсивних технологій на основі паралельної або паралельно-послідовної концентрації технологічних переходів, були обмежені значними втратами на переналадку. Широке застосування сучасних верстатів ЧПК оснащених інструментальними магазинами, забезпечують значну інтенсифікацію процесу механічної обробки завдяки різкому скороченню допоміжного часу до (3...4 раз).

2.4.1 Розробка технологічних операцій механічної обробки на верстатах з ЧПК

Розробляємо операційний ескіз обробки деталі в абсолютній системі координат показаний на рисунку 2.9 для токарної операції 010 та керуючу програму для обробки деталі на верстаті з ЧПК моделі 16K20Ф3-С32.

Різальний інструмент – контурний, розточний і підрізний різці оснащені твердим сплавом Т15К6. Пристрій – патрон самоцентруючий трикулачковий з пневмоприводом. Базування по поверхні $\varnothing 52$ і торцю. Вимірювальні інструменти: індикаторний нутромір з діапазоном вимірювання 50...75 мм, ціна поділки індикатора 0,01 мм; штангенциркуль ШЦ1, діапазон вимірювання 150 мм, ціна поділки ноніуса 0,1 мм.

010 Токарна з ЧПК

Токарно – гвинторізний верстат мод. 16K20Ф3

1. Підрізати торець.
2. Точити попередньо $\varnothing 70$.

3. Точити остаточно $\text{Ø}70$.
4. Розточити попередньо $\text{Ø}57$.
5. Розточити остаточно $\text{Ø}57$.
6. Точити фаску $1 \times 45^\circ$

Операційний ескіз деталі та траєкторія руху інструменту в абсолютній системі координат.

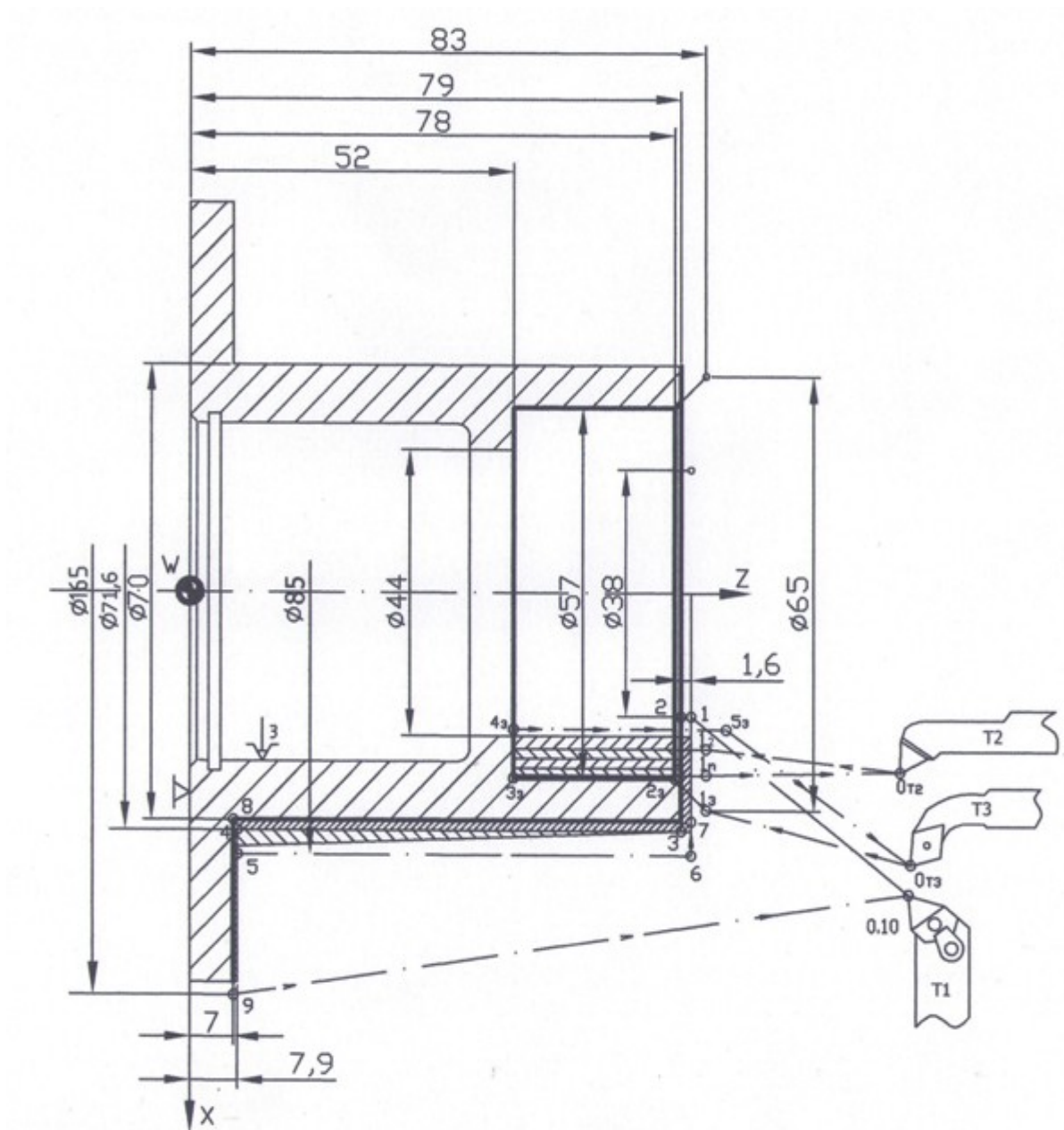


Рис. 2.10 – операційний ескіз в абсолютній системі координат.

Керуюча програма.

N001 S0

N002 T1 S2 350 F03 *

N003 X38 Z80.6 E *

N004 X71.6 M 08*

N005 Z7.9*

N006 X85 *

N007 Z-80.6 E *

N008 X70*

N009 Z-7*

N010 X165 M13 *

N011 T2 S2 350 F03 *

N012 X44 Z83E*

N013 Z83 *

N014 L08 A1 P2 *

N015 X57 C-1*

N016 Z52*

N017 X42 M17*

N018 S2 1000 F0.1 T3*

N019 X42 M09 *

N020 Z87 E*

N 021 L10 B15*

N 022 M02 *.

2.5 Розрахунок та вибір режимів різання

2.5.1 Аналітичний і табличний розрахунок режимів різання.

а). аналітичний розрахунок режимів різання на свердлування отвору $\varnothing 11$.

Обробка ведеться на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК мод. 2P135Ф2. Ріжучий інструмент свердло $\varnothing 9.5$ мм. з швидкорізальної сталі Р6М5.

Визначаємо глибину різання:

$$t = 0,5D \quad (2.15)$$

$$t = 0,5 \cdot 9.5 = 4.75 \text{мм.}$$

Подача при свердлінні отворів без обмежуючих факторів обирається максимально допустимою по міцності свердла $S = 0.25$ мм/об.

[4, с. 277, табл. 25].

Швидкість різання визначаємо по формулі:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v \quad (2.16)$$

де коефіцієнт $C_v = 9,8$ і показники ступеню $q = 0,4$; $y = 0,5$; $m = 0,2$ [4, с. 278, табл. 28], T – період стійкості інструменту $T = 45$ [4, с. 279, табл. 30], K_v - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{lv} \quad (2.17)$$

де K_{Mv} - коефіцієнт на матеріал що обробляється [4, с. 261, табл. 1, табл.2]

$$K_{Mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{nv} \quad (2.18)$$

K_{Iv} - коефіцієнт на інструментальний матеріал $K_{Iv} = 1$ [4, с. 263, табл. 6],

K_{lv} - коефіцієнт враховуючий глибину свердлення $K_{lv} = 1$ [4, с. 280, табл. 31]

$$K_{Mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{430} \right)^{-0,9} = 0,6$$

$$K_v = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

$$v = \frac{9,8}{45^{0,2}} \frac{9,5^{0,4}}{0,25^{0,5}} 0,6 = 13,51$$

Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000}{\pi D} v = \frac{1000}{3,14 \cdot 11} 13,51 = 391,3 \text{ об/хв.} \quad (2.19)$$

По паспорту верстата приймаємо $n = 355$ об/хв

Дійсну швидкість головного руху визначаємо за формулою:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,5 \cdot 355}{1000} = 11,0 \text{ м/хв}$$

Крутний момент розраховується по формулі

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p \quad (2.20)$$

де K_p та C_M - довідникові коефіцієнти, q та y - показники степені.

$C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ [4, с. 281, табл. 32]

Коефіцієнт враховуючий фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу заготовки що оброблюється та визначається із виразу:

$$K_p = K_{MP}$$

Значення коефіцієнта K_{MP} приведені у [4, с. 264, табл. 9].

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n \quad (2.21)$$

$n = 1$

$$K_{MP} = \left(\frac{430}{750} \right)^1 = 0,57$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9,5^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,57 = 5,85 \text{ Нм}$$

Осьова сила P_o , Н визначається за формулою;

$$P_o = 10 C_p D^q s^y K_p \quad (2.22)$$

де $C_p = 68$, $q = 1,0$, $y = 0,7$. [4, с. 281, табл. 32]

$K_p = K_{MP}$ і рівний значенню K_{MP} для крутного моменту.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 9.5^1 \cdot 0.25^{0,7} \cdot 0.57 = 1395.3 \text{ Н}$$

Потужність різання N , кВт визначається по формулі

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750} = \frac{5.85 \cdot 355}{9750} = 0.22 \text{ кВт} \quad (2.23)$$

де n - частота обертання інструмента.

Розрахунок основного машинного часу обробки T_m , хв.

$$T_m = \frac{L_{px}}{n S_o} \quad (2.24)$$

$$L_{px} = 3 + 7 + 5 = 15 \text{ мм}$$

$$T_m = \frac{15}{355 \cdot 0.22} = 0.17 \text{ хв.}$$

б) Аналітичний розрахунок режимів різання при точінні чорновому поверхні $\varnothing 70$ мм.

Обробка ведеться на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК мод. 16К20Ф3

Вибір інструмента

Вибираємо різець токарний контурний з механічним кріпленням клин-прихватом трьохгранних пластин із твердого сплаву Т15К6.

$$\varphi = 93^\circ; \alpha = 6^\circ; b \times h = 20 \times 20 \text{ [5, с. 130. Т. 26]}$$

$$\varphi_1 = 10^\circ; \lambda = 2^\circ; r = 0,4 \text{ мм.}; \gamma = 10^\circ \text{ [6, с. 190, 191]}$$

2. Глибина різання $t = 0.8$ мм.

3. Подача $S = 0.25$ мм/об.

4. Швидкість різання

$$V = K_V \cdot C_V / (T^m \cdot t^x \cdot S^y), \quad (2.25)$$

де C_V , m , x , y – змінні параметри; $C_V = 292$, $x = 0,3$, $y = 0,15$, $m = 0,18$ [4, с. 269, т. 17], T – стійкість різця, $T = 60$ хв.

K_V - поправочний коефіцієнт

$$K_V = K_{MV}, K_{nv}, K_{IV}, \quad (2.26)$$

де K_{IV} - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні деталі, $K_{nv}=0.9$ [4,с.263,т.6]

K_{IV} - коефіцієнт, що враховує вплив інструмента, $K_{iv}=1$ [4,с.263,т.6]

K_{MV} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки

$$K_{MV} = K_r (750/\sigma_B)^{nv}, \quad (2.27)$$

де K_r, n_V - коефіцієнти; $K_r = 1, n_V = 1$ [4,с.262,т.2]

$$K_{MV} = 1 * (750/430)^1 = 1,74$$

$$V = 1,74 \cdot 292 / (60^{0,18} \cdot 0,8^{0,3} \cdot 0,25^{0,15}) = 186,3 \text{ м/хв}$$

5.Частота обертання

$$n = (1000 \cdot V) / (\pi d) = (1000 \cdot 320) / (3,14 \cdot 70) = 845 \text{ об/хв.}$$

По паспорту станка приймаємо $n = 845$ об/хв.

6.Визначення сили різання

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.28)$$

де C_p, x, y, n - зміні параметри, $C_p=384, x=0.9, y=0.9, n= - 0.15$ [4,с.273,т.22]

K_p - поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \quad (2.29)$$

де $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - коефіцієнти, що враховують якість обробленої поверхні,

$K_{\varphi p} = 0.885, K_{\gamma p} = 1, K_{\lambda p} = 1, K_{rp} = 1;$

K_{mp} - коефіцієнт, що враховує якість обробленої поверхні,

$$K_{mp} = (\sigma_B / 750)^n, \quad (2.30)$$

$$K_{mp} = (430 / 750)^{0,75} = 0,66$$

$$K_p = 0,885 \cdot 0,66 \cdot 1 = 0,5841$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 0,8^{0,9} \cdot 0,25^{0,9} \cdot 186,3^{-0,15} \cdot 0,5841 = 962,2 \text{ Н.}$$

7.Потужність різання

$$N_p = (P_z \cdot V) / (1020 \cdot 60) = (962,2 \cdot 186,3) / (1020 \cdot 60) = 2,92 \text{ кВт.}$$

8.Перевірка можливості обробки на верстаті 16К20Ф3

$$N_{шп} > N_p$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 11 \cdot 0.87 = 9.57 \text{ кВт.}$$

Так як $N_{\text{шп}} = 9,57 \text{ кВт} > N_p = 1,68 \text{ кВт}$ то обробка на даному верстаті можлива.

9.Час обробки

$$T_m = \frac{(L + \Delta + Y)i}{s_o \cdot n} \quad (2.31)$$

де Δ - величина врізання, $\Delta = 2 \text{ мм}$.

Y - величина перебігу, $Y = 1 \text{ мм}$.

L - довжина обробки, $L = 72 \text{ мм}$.

i – кількість переходів, $i = 2$

$$T_m = \frac{(72 + 2 + 1)2}{0.25 \cdot 845} = 0.71 \text{ хв.}$$

в). Розрахунок табличним способом режимів різання на свердлильну операцію, розвертання отворів $\varnothing 11\text{H}7/4$ отв.

Обробка ведеться на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК мод. 2P135Ф2. Ріжучий інструмент розвіртка $\varnothing 11\text{H}7$ мм. з швидкорізальної сталі Р6М5.

1.Визначення глибини різання

Глибину різання приймаємо $t = (11-10,9)/2=0.1/2=0.05 \text{ мм}$.

2.Розрахунок подачі

При однократному розвертанні призначаємо подачу за рекомендаціями [4], $S = 1 \text{ мм/об}$.

3.Визначення стійкості інструмента за нормативами [4], $T_p = 60 \text{ хв}$.

4.Визначення швидкості різання

Швидкість різання при розвертанні визначаємо за рекомендаціями [4],

де $v_{\text{табл}}$ – швидкість розвертання, що визначається за [4], $v_{\text{табл}} = 4 \dots 5$

м/хв.

При однократному розвертанні швидкість різання приймаємо $v = 4$

м/хв.

5.Розрахунок числа обертів шпинделя і коригування його за паспортом верстата.

За знайденою швидкістю різання розраховують частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \ v}{\pi \ d} = \frac{1000 \ 4}{3,14 \ 11} = 115.5 \text{об} / \text{хв}, \quad (2.32)$$

де d – діаметр розвіртки, мм.

Знайдене число обертів шпинделя замінюємо найближчим з наявних на даному верстаті $n_{\text{пр}} = 115$ об/хв.

6. Уточнення швидкості різання

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$v_{\text{д}} = \frac{\pi \ d \ n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \ 11 \ 115}{1000} = 3.97 \text{ м} / \text{хв}.$$

7.Визначення машинного часу

Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_{\text{м}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n \cdot S} \quad (2.33)$$

де, $L_{\text{р.х.}}$ — довжина робочого ходу супорта

$$T_{\text{м}} = \frac{3 + 20}{115} = 0.2 \text{ хв} .$$

2.5.2 Розрахунок режимів різання на інші операції за допомогою ЕОМ.

Розрахунки ведемо за допомогою програми «ТМ-REZ»

Данні по розрахунку заносимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6

Данні по режимам різання визначені за допомогою ЕОМ.

№ опер.	Найменування Переходу	t, мм	S, мм/об мм/хв	V, $\frac{м}{хв}$	n, $\frac{об}{хв}$	T _М , хв.	T, хв.	T _{ШТ-К} , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Підрізати торець Е	0,6	0,25	205	400	0,7	90	
	Розточити отвір В до Ø44	1,5	0,25	138	1000			
	Розточити отвір Ж до Ø51,3	1,5	0,25	138	1000	0,95		11,9
	Розточити отвір Ж до Ø52 ^{+0,03}	0,5	0,05	301,2	1250			
	Зняти фаску 1x45 в отворі Ж	1,0	0,25	103	630			
	Точити канавку 3,0	1,5	0,075	103	630			
010	Підрізати торець Б	1,5	0,25	110	500	0,16	90	5,1
	Точити А до ø71,6	1,5	0,25	205	400	2,45		
	Точити А до ø70 _{-0,7}	0,5	0,25	183,3	910			
	Розточити отвір Г до Ø57	1	0,25	190	1000	0,8	45	

	Зняти фаску 1x45 в отворі Г	1,0	0,25	190	1000			
015	Свердлити 4 отвори Ø9,5	4,75	0,22	11	355	0,68	45	7.7
	Зенкерувати 4 отвори Ø10,9	0,7	0,4	15	500	0,3	45	
	Цекувати 4 фаски 2x45	2,0	0,4	15	500	0,2	45	
	Розвернути 4 отвори до Ø11 ^{+0,1}	0,05	0,86	4,0	115	1,6	60	
020	Свердлити 4 отвори Ø12 за два установа	6,0	0,28	4,5	125	6,4	45	9,9
025	Цекувати 4 отвори Ø20	4	0,2	15,7	250	0,1	45	7,0
030	Розточити Ж до ø52H7 ^(+0,03)	0,1	-	1800	14500	0,388	30	3,154

2.6 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій.

Одну операцію, а саме 005 розраховуємо аналітично, а інші розраховуються і зводяться в таблицю 2.7. В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу, $T_{шт-к}$. визначається за формулою:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт} \quad (2.35)$$

де T_{n-3} — підготовчо-заклучний час на обробку;

$$T_{n-3} = 4 + 2 + 7 = 13 \text{ хв. [3, с.216, т. 6.5]}$$

n - кількість деталей в налагодженій партії, шт.

$$n = \frac{N \cdot a \cdot 2}{254} \quad (2.36)$$

де, N — річний випуск обсягу деталей;

a — періодичність запуску $a = 12$ днів;

$$n = \frac{5000 \cdot 12 \cdot 2}{254} = 472,5 \cdot \text{шт.} \quad (2.37)$$

$T_{\text{шт}}$ — штучний час на обробку деталі;

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{відп}} \quad (2.38)$$

де, T_o — основний час обробки:

$$T_o = T_m = \frac{L_{p.x.}}{S_m} \quad (2.39)$$

де, $T_o = T_m = 1,72$ хв.;

$T_{\text{доп}}$ — допоміжний час обробки.

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{вст}} + T_{\text{зо}} + T_{\text{кер}} + T_{\text{вим}}) \quad (2.40)$$

де, $T_{\text{вст}}$ - час на встановлення і зняття деталі, хв.;

$$T_{\text{вст}} = 0,32 \text{ хв} \quad [3, \text{с.199, т. 5.5}]$$

$T_{\text{зо}}$ - час на закріплення і відкріплення деталі, хв.;

$$T_{\text{зо}} = 0,6 \text{ хв.} \quad [3, \text{с.201, т. 5.7}]$$

$T_{\text{кер}}$ - час на прийоми управління, хв.;

$$T_{\text{кер}} = 0,65 \text{ хв} \quad [3, \text{с.205, т. 5.9}]$$

$T_{\text{вим}}$ - час на вимірювання деталі, хв.;

$$T_{\text{вим}} = 1 \text{ хв} \quad [3, \text{с.206, т. 5.10}]$$

$$T_{\text{доп}} = (0,32 + 0,6 + 0,65 + 1) = 2,57 \text{ хв.} \quad (2.41)$$

Визначасмо час на обслуговування робочого місця — $T_{\text{обс}}$:

$$T_{\text{обс}} + T_{\text{від}} = \left(\frac{T_o + T_{\text{доп}}}{100} \right) \cdot P_{\text{відп}} \quad (2.42)$$

де, $T_{\text{від}}$ — час на відпочинок і на особисті потреби.

$P_{відп}$ — норматив часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби.

$$P_{відп} = 8\% \quad [3, \text{с.214, т. 6.5}]$$

$$T_{обс} + T_{від} = \frac{0.7 + 2.57}{100} \quad \delta = 0,26 \text{ хв.}$$

$$T_{умт} = 1.72 + 9.91 + 0,26 = 11.9 \text{ хв}$$

Визначення норми штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{умт \text{ к}} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{умт} = \frac{13}{472} + 11.9 = 11.93 \text{ хв.}$$

Визначені технічні норми часу на інші операції наведено в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Норми часу по операціям.

Операція	T_o	$T_{вст}$	$T_{зо}$	$T_{кер}$	$T_{вим}$	$T_{доп}$	$T_{обс}+T_{від}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{шт-к}$
005	1,75	0,32	0,6	0,65	1	9,91	0,26	11,9	13	11,93
010	3,41	0,32	0,26	0,1	-	1,49	0,22	5,1	19	5,3
015	2,78	0,32	0,6	1,0	-	4,31	0,61	7,7	17	7,74
020	6,4	0,35	1,1	0,2	-	3,3	0,2	9,9	8	10,05
025	0,4	0,35	1,1	0,2	-	6,4	0,2	7,0	9	7,12
030	0,4	0,4	0,32	0,21	0,76	1,7	0,168	2,3	8	2,38

2.7 Визначення кваліфікації робіт

Розряди виконаних робіт визначаємо за [5].

Оператор верстатів з ЧПК – III.

Токар – III.

Свердлувальник - III

Шліфувальник – IV.

2.8 Визначення кількості верстатів

Для серійного типу виробництва розрахункова кількість верстатів визначається за формулою

$$C_p = \frac{\sum t_{\text{оє}} \cdot N}{60 \cdot F_{\text{а}} \cdot m}, \quad (2.43)$$

де $\sum t_{\text{оє}}$ - сумарний штучно – калькуляційний час виконання операції на однотипному обладнанні;

m - кількість змін, $m = 2$, (згідно завдання).

Завантаження верстатів за часом та їх використання визначає коефіцієнтом завантаження верстатів за часом η_3 та коефіцієнт використання верстатів за основним (технологічним) часом η_0 за формулами

$$\eta_0 = \frac{t_0}{t_{\text{оє}}}, \quad (2.44)$$

$$\eta_3 = \frac{\tilde{N}_p}{C_n}, \quad (2.45)$$

Крім цього розраховуються загальні середні коефіцієнти завантаження за формулами

$$\eta_{0.\text{н\ddot{a}d}} = \frac{\sum t_0}{\sum t_{\text{оє}}}, \quad (2.46)$$

$$\eta_{3.\text{н\ddot{a}d}} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n}, \quad (2.47)$$

Визначимо кількість верстатів та коефіцієнти завантаження за операціями

Операція 005

$$C_p = \frac{11.93}{60} \cdot \frac{5000}{2078 \cdot 2} = 0,24,$$

Приймаємо $C_n = 1,0$.

$$\eta_3 = \frac{0,24}{1} = 0,24; \eta_0 = \frac{1,75}{11,93} = 0,15.$$

Операція 010

$$C_p = \frac{5,3}{60} \frac{5000}{2078} = 0,11,$$

Приймаємо $C_n = 1,0$.

$$\eta_3 = \frac{0,11}{1} = 0,11; \eta_0 = \frac{3,41}{5,3} = 0,65.$$

Операція 015

$$C_p = \frac{7,74}{60} \frac{5000}{2078} = 0,16,$$

Приймаємо $C_n = 1,0$.

$$\eta_3 = \frac{0,16}{1} = 0,16; \eta_0 = \frac{2,78}{7,74} = 0,36.$$

Операція 020

$$C_p = \frac{10,05}{60} \frac{5000}{2078} = 0,21,$$

Приймаємо $C_n = 1,0$.

$$\eta_3 = \frac{0,21}{1} = 0,21; \eta_0 = \frac{6,4}{10,05} = 0,64.$$

Операція 025

$$C_p = \frac{7,12}{60} \frac{5000}{2078} = 0,15,$$

Приймаємо $C_n = 1,0$.

$$\eta_3 = \frac{0,15}{1} = 0,15; \eta_0 = \frac{0,4}{7,12} = 0,06.$$

Операція 030

$$C_p = \frac{2,38}{60} \frac{5000}{2078} = 0,05,$$

Приймаємо $C_n = 1,0$.

$$\eta_3 = \frac{0,05}{1} = 0,05; \eta_0 = \frac{0,4}{2,38} = 0,17.$$

Визначасмо середні коефіцієнти завантаження

$$\eta_{3.сер} = \frac{0,24 + 0,11 + 0,16 + 0,21 + 0,15 + 0,005}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 0,16;$$

$$\eta_{0.сер} = \frac{1,75 + 3,41 + 2,78 + 6,4 + 0,4 + 0,4}{11,93 + 5,3 + 7,74 + 10,05 + 7,12 + 2,38} = 0,34.$$

Будуємо графіки використання та завантаження обладнання.

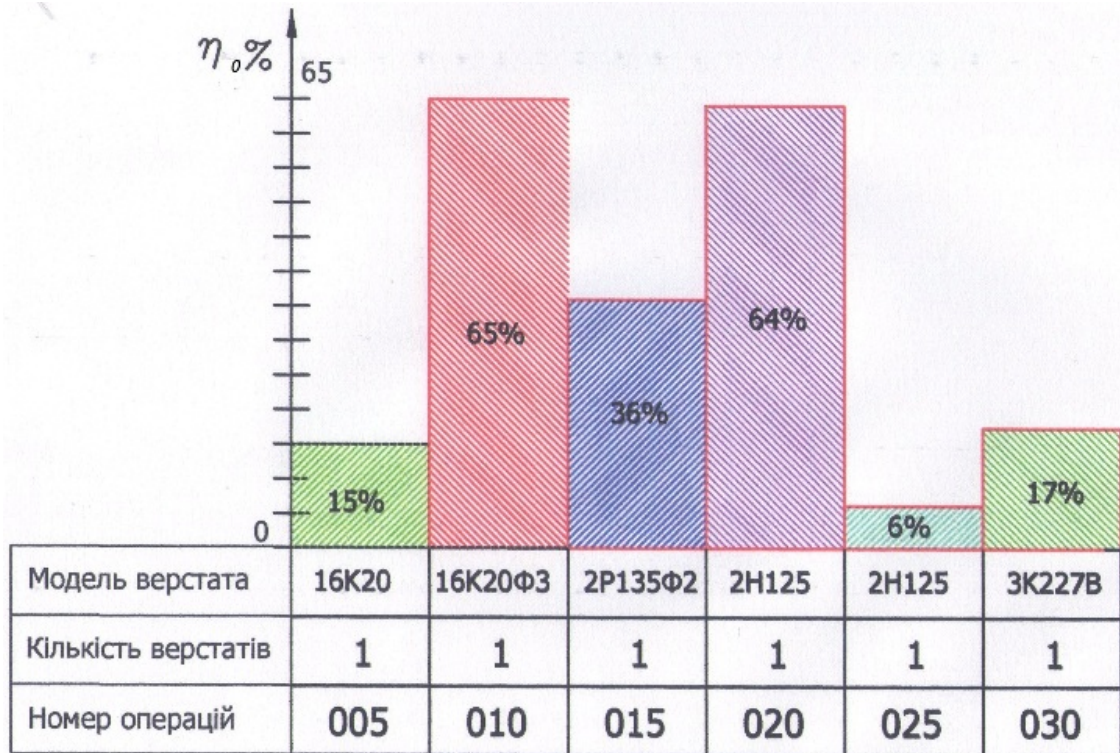


Рис. 2.11 – Графік використання обладнання за основним часом

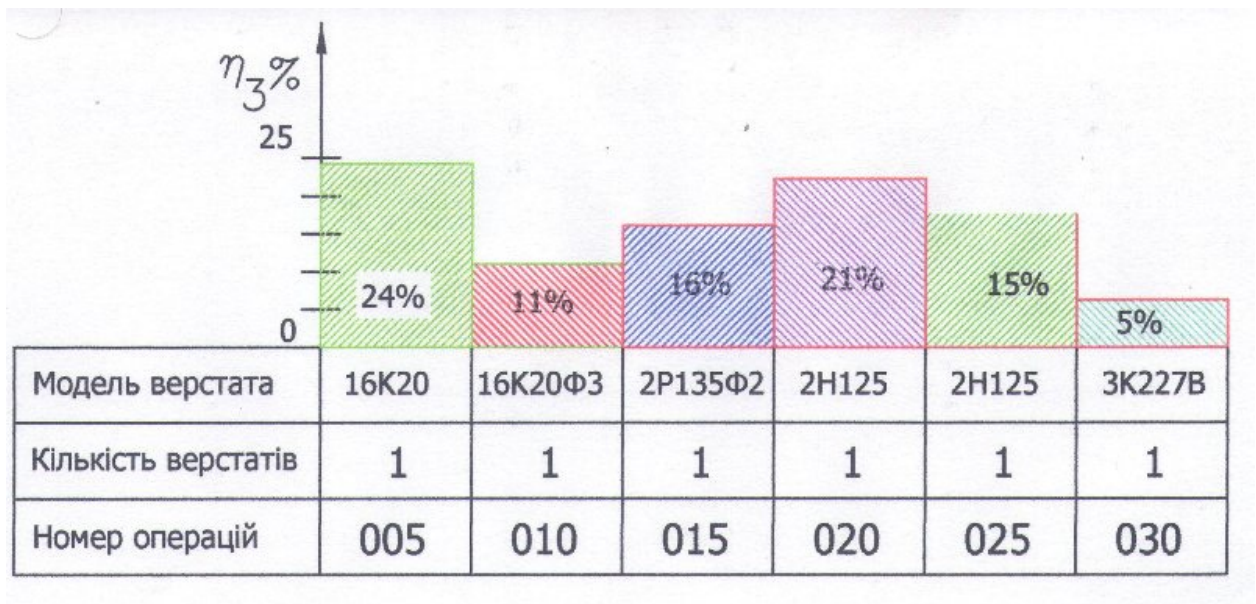


Рис. 2.12 – Графік завантаження обладнання

На розроблений технологічний процес обробки деталі « фланець ПМТ20.23.004» заповнюємо маршрутні, операційні карти та карти ескізів. Вся технічна документація приведена у додатку Б.

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Проектування верстатних пристроїв для закріплення деталей при механічній обробці.

В даному пункті розглядаємо проектування пристрою для закріплення заготовки – фланця при послідовному свердлуванні 4-х отворів на вертикально – свердлильному верстаті моделі 2Н125 (опер. 020).

3.1.1 Вибір установчих елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої.

При виборі установчих елементів враховуються загальні принципи встановлення заготовок, яким висуваються наступні вимоги:

- кількість і розміщення елементів, орієнтацію заготовки згідно прийнятої схеми базування та достатню її стійкість в пристосуванні. При використанні необхідних баз з параметром жорсткості $R_a > 20$ мкм. установочні елементи слід виконувати з обмеженою опорною поверхнею для зменшення впливу нерівностей цих баз на стійкість заготовки. Установочні елементи не повинні псувати базові поверхні, особливо ті, які вдруге не підлягають під обробку. Установочні елементи повинні бути жорсткими. Їх жорсткість підвищують, покращуючи якість спряження елементів з корпусом пристосування, застосовуючи шліфування поверхонь стиків, а також сильно прижимаючи елементи до корпусу пристосування закріплюючими деталями.

Схеми базування.

Положення заготовки при обробці, як і будь якого іншого твердого тіла в просторі, характеризується шістьма степенями вільності, які визначають можливість переміщення і повороту заготовки відносно трьох координатних осей. При повному орієнтирі заготовка втрачає всі степені вільності; при не повному – числа степені вільності менше шести.

Для забезпечення однакової відстані отворів відносно осі і торця деталі в операції 020 необхідна повна орієнтировка заготовки.

У випадку повної орієнтовки встановлення заготовок виконують, здійснюючи повний контакт базових поверхонь з елементами пристрою, жорстко закріпленими в його корпусі. Це забезпечується прикладенням до заготовки відповідних сил закріплення. Для повної орієнтації заготовки рисунок 3.1 число і розміщення опор повинно бути таким, щоб при виконанні принципу невідривності баз від опор заготовка не могла змінювати положення відносно координатних осей. При виконанні умови невідривності заготовка залишається всіх степеней вільності.

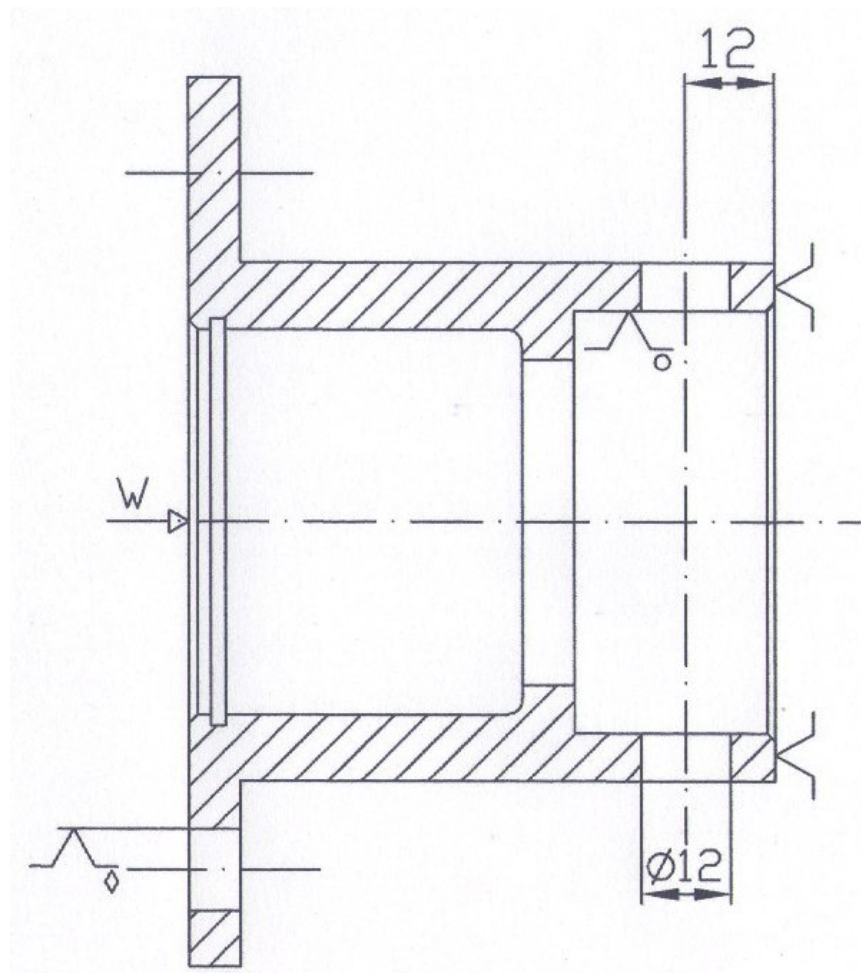


Рис. 3.1- Схема базування заготовки.

При свердлуванні в кондукторному пристрої на заготовку діє осьова складова сили різання вектор дії, якої перпендикулярний до осі головної напрямної.

В процесі свердлування отворів виникає крутний момент, який намагається повернути заготовку відносно осі свердла. Цьому моменту протидіє момент, який утворюється від пари сил реакцій, що виникають в кріпильних болтах. Пристрій спроектований таким чином, що вісь інструменту співпадає з віссю стола верстата та напрямної базування самого пристрою, що унеможлиблює будь-які зміни положення системи (верстат, пристрій, заготовка). Тому величина сили затиску буде не значна, так як вона повинна унеможливити осьове переміщення та надійно притиснути деталь до базового торця. Отже задача розрахунку кондукторного пристрою зводиться до визначення необхідної площі перерізу кріпильних болтів, а також їх мінімального діаметру.

1) Визначимо крутний момент, який виникає при свердлуванні отвору $\varnothing 12,1$.

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \quad [4, \text{с. 277}] \quad (3.1)$$

де, $M_{кр}$ – крутний момент;

C_M, q, y, K_p – коефіцієнти і показники степені, які враховують умови нарізання різьби;

D – діаметр отвору, мм.;

S – подача свердла, мм/об.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 12,1^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 1,34 \text{ Нм.}$$

2) Складаємо рівняння рівноваги та визначаємо реактивну силу в кріпильних болтах.

$$M_{кр} = F_p \cdot l / 2 \quad (3.2)$$

де F_p – реактивна сила що діє на кріпильні болти; l – міжосьова відстань кріпильних гвинтів.

З формули 3.2 знаходимо:

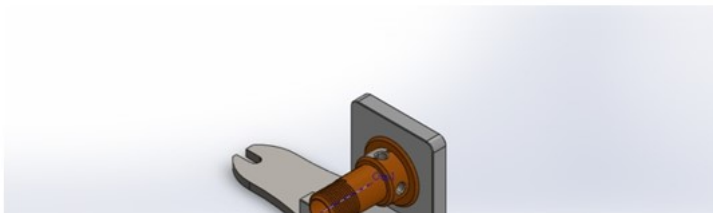
$$F_p = 2 M_{кр} / l = 2 \cdot 1,34 / 0,36 = 7,78 \text{ Н.}$$

Спираючись на вибрану модель верстата приймаємо кріпильні болти діаметром 14 мм, відповідно до стандартної ширини паза стола прийнятого верстата моделі 2Н125.

Перевірку на зріз кріпильних болтів не проводимо, так як сила зрізу $F_{зр}=7,78Н$ дуже мала, якою можна знехтувати.

3.1.2 Розрахунок елементів пристрою на міцність

Розрахунок конструкції пристрою на міцність проводимо за допомогою інженерних програм методом скінчених елементів



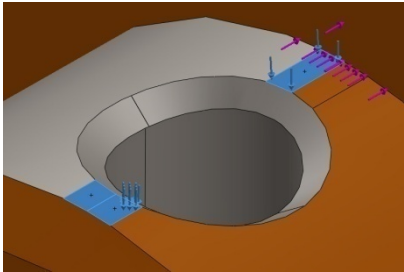
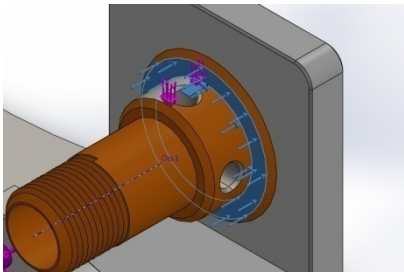
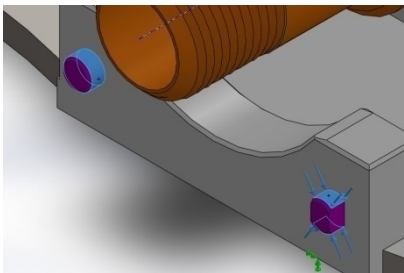
Симуляція

Дата: 11.04. 2023 г.

Создатель: В.І.Шере

Имя крепления	Изображение крепления	Данные крепления
Зафиксированный-1		Объекты: 4 грани Тип: Зафиксированная геометрия
Зафиксированный-2		Объекты: 1 грани Тип: Зафиксированная геометрия
Зафиксированный-3		Объекты: 1 грани Тип: Зафиксированная геометрия

Нагрузки и крепления

Имя нагрузки	Загрузить изображение	Загрузить данные
6000		Объекты: 3 грани Тип: Приложить нормальную силу Значение: 6000 N
Сила-2		Объекты: 1 грани Тип: Приложить нормальную силу Значение: 600 N
Сила-3		Объекты: 3 грани Тип: Приложить нормальную силу Значение: 80 N

Информация о сетке

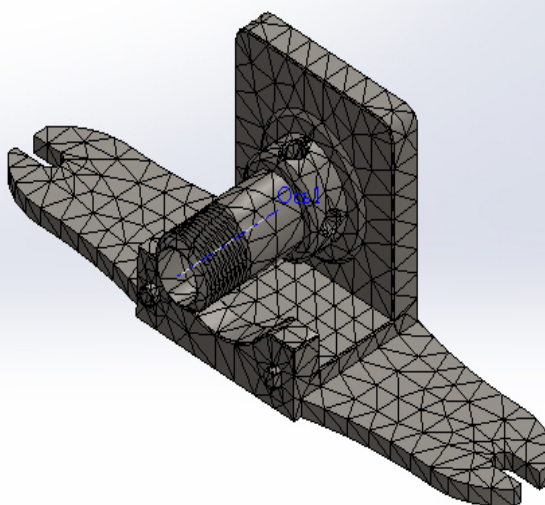
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки:	Выкл
Включить автоциклы сетки:	Выкл
Точки Якобиана	4 Точки
Размер элемента	15.5025 mm
Допуск	0.930153 mm
Качество сетки	Высокая

Информация о сетке

Информация о сетке - Подробности

Всего узлов	8565
Всего элементов	4471
Максимальное соотношение сторон	37.263
% элементов с соотношением сторон < 3	62.6
% элементов с соотношением сторон > 10	3.65
% искаженных элементов (Якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss):	00:00:12
Имя компьютера:	ASER

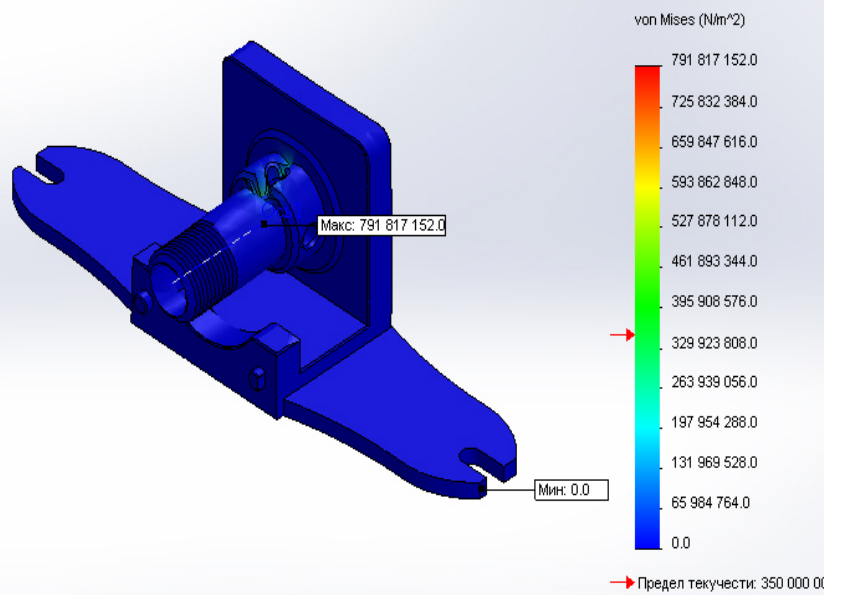
Имя модели: кондуктор
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип сетки: Сетка на твердом теле



Результати досліджень

Имя	Тип	Мин	Макс
Stress	VON: Напряжение Von Mises	0 N/m ² Узел: 745	7.91817e+008 N/m ² Узел: 6159

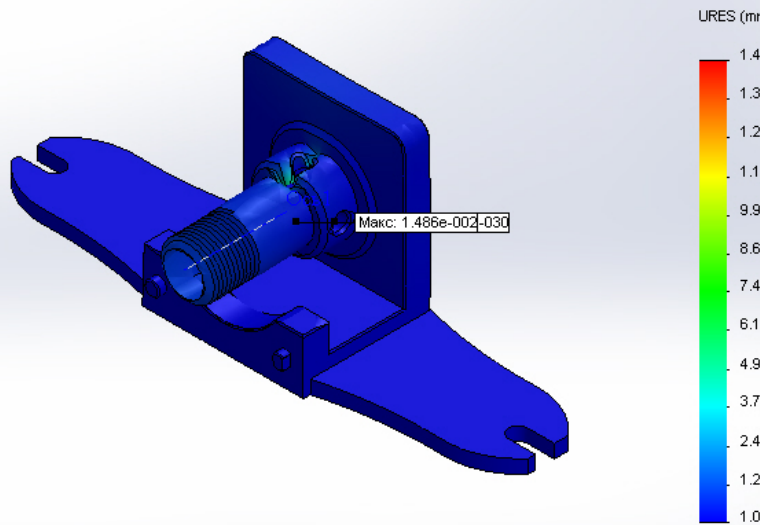
Имя модели: кондуктор
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип эпоры: Статический узловое напряжение Stress
Шкала деформации: 2588.18



кондуктор-SimulationXpress Study-Напряжение-Stress

Имя	Тип	Мин	Макс
Displacement	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 293	0.0148616 mm Узел: 8375

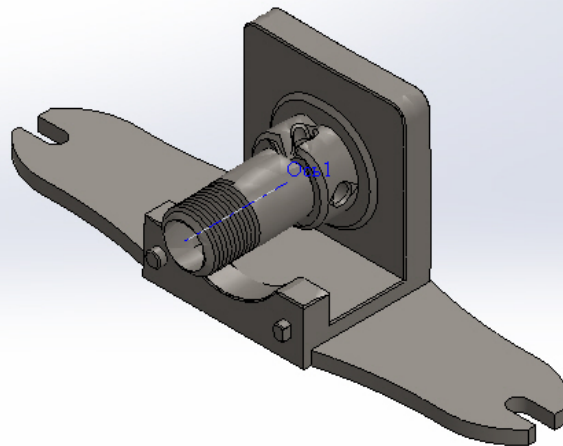
Имя модели: кондуктор
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип эпоры: Статическое перемещение Displacement
Шкала деформации: 2588.18



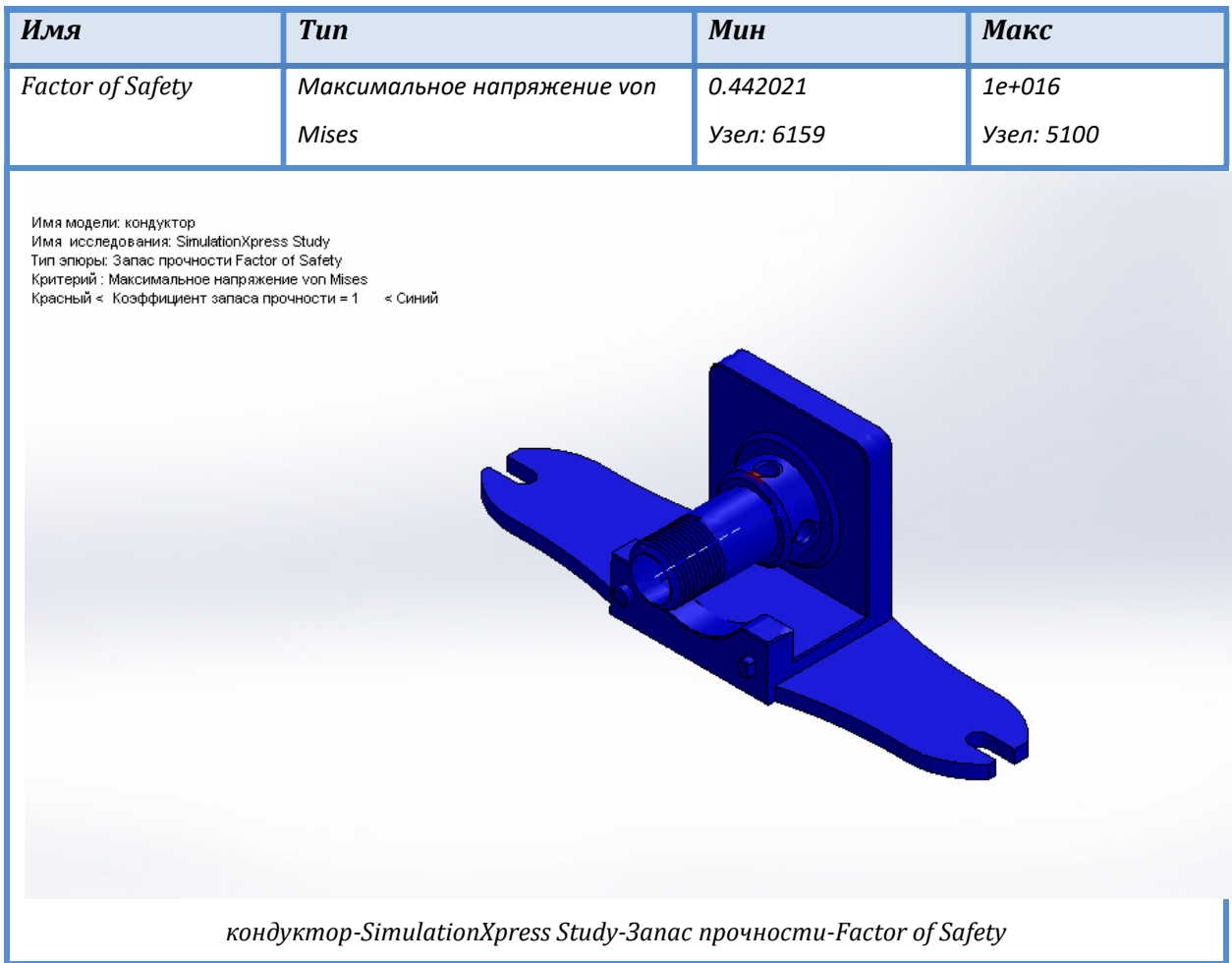
кондуктор-SimulationXpress Study-Перемещение-Displacement

Имя	Тип
Deformation	Деформированная форма

Имя модели: кондуктор
Имя исследования: SimulationXpress Study
Тип эпоры: Деформированная форма Deformation
Шкала деформации: 2588.18



кондуктор-SimulationXpress Study-Перемещение-Deformation



Висновок:

Як бачимо коефіцієнт запаса міцності даної конструкції приблизно рівний 6, максимальні переміщення несе вузол № 5100, які складають 1.6 мкм, що не перевищують допустимого. Деформації конструкції від сил різання приблизно складають 3,2 мкм. В цілому пристрій буде працювати надійно.

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність.

Розрахуємо на точність кондуктора для свердлення отвору $\varnothing 12,1$.

Для того, щоб точність пристрою задовольняла вимоги точності отримуваних розмірів необхідно, щоб сумарна похибка установки ε_y була меншою допустимої:

$$E_y \leq [E_y] \quad (3.3)$$

Похибка установки ε_y є відхилення фактично досягнутого положення заготовки при установці в верстатний пристрій від необхідного. ε_y виникає внаслідок не суміщення вимірювальних і технологічних баз, неоднорідності якості поверхонь заготовок, неточності виготовлення і зносу верстатного пристрою, нестабільності сил закріплення та ін. ε_y визначають по похибкам: базування ε_b , закріплення ε_z і положення $\varepsilon_{пр}$; ε_b є випадковою погрішністю; ε_z містить як випадкові складові похибки, об'єднанні в основну $\varepsilon_{z.o.}$, так і закономірно змінювану систематичну погрішність $\varepsilon_{z.и.}$, зв'язану з зміною форми поверхні контакту установочного елемента в результаті його зносу; $\varepsilon_{пр}$ включає закономірно змінювану систематичну погрішність $\varepsilon_{и.}$, визначену прогресуючим зносом установочних елементів, а також постійні систематичні погрішності $\varepsilon_{y.c.}$, що визначаються погрішностями виготовлення і зборки опор верстатного пристрою, і ε_c , погрішностями установки і фіксації верстатного пристрою на верстаті [8, с.519].

В загальному випадку:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_{z.o.}^2} + \varepsilon_{z.и.} + \varepsilon_{и.} + \varepsilon_{y.c.} + \varepsilon_c. \quad (3.4)$$

Визначимо складові похибки ε_y :

1) Погрішність базування ε_b – це відхилення фактично досягнутого положення заготовки при базуванні від потрібного; визначається, як граничне поле розсіювання відстаней між технологічною і вимірювальними

базами в напрямку витриманого розміру. Величина ε_6 залежить від прийнятої схеми базування і точності виконання баз заготовки. Значення ε_6 визначають відповідними геометричними розрахунками або аналізом розмірних ланцюгів.

В нашому випадку величина ε_6 чисельно дорівнює допуску на відстань 12 мм від осі отвору до торця. Допуск на розмір 12 мм $\pm 0,2$ мм.

2) Похибка закріплення ε_3 – це різниця між найбільшою і найменшою величинами проекцій зміщення вимірювальної бази на напрямок виконуваного розміру в результаті прикладення до заготовки сил закріплення. В основному виникає в зв'язку з зміною контактних переміщень в стику „заготовка – опори пристрою”.

Деформаціями жорстких заготовок і корпуса пристрою під дією сил закріплення звичайно нехтують.

$$\varepsilon_3 = \cos\beta(\varepsilon_{3,0} + \varepsilon_{3,и}) \quad (3.5)$$

де, β – кут між напрямком розміру що витримується і напрямком найбільшого переміщення.

Оскільки $\beta=90^\circ$, то $\varepsilon_3=0$ і визначати складові $\varepsilon_{3,0}$ і $\varepsilon_{3,и}$ не має необхідності.

3) Складова $\varepsilon_{и}$ характеризує зміну положення базуючих поверхонь опор в результаті їх зносу в процесі експлуатації верстатного пристрою. Інтенсивність зносу опор залежить від їх конструкції і розмірів, матеріалу і маси заготовки, стану її баз, а також умов установки заготовки в верстатний пристрій і знімання після обробки. Число установок, викликаючих знос опори на 1 мкм, називають зносостійкістю опор C .

При відомій величині C можливо визначити погрішність обробки, зв'язану з зносом опор при заданому числі установок N , або оцінити допустиме по зносу число установок i , відповідно, знайти періодичність заміни опор верстатного пристрою. В цьому випадку необхідно попередньо

визначити допустимий знос опор $u_{\text{доп}}$. Значення $u_{\text{доп}}$ і буде похибкою $\varepsilon_{\text{и}}$, приймемо $\varepsilon_{\text{и}}=0,05$ мм.

4) Погрішність виготовлення пристрою $\varepsilon_{\text{у.с}}$ залежить в основному від точності виготовлення деталей верстатного пристрою. Допуски відповідальних розмірів нестандартних деталей верстатних пристроїв звичайно складають 10-30% допуску на відповідний оброблюваний розмір заготовки.

Як правило, $\varepsilon_{\text{у.с}} < 0,01 \dots 0,005$ мм.

Приймаємо $\varepsilon_{\text{у.с}} = 0,01$ мм.

5) Складова $\varepsilon_{\text{с}}$ виникає в результаті переміщень і перекосів корпуса пристрою на столі верстата. В масовому виробництві при однократному незмінному закріпленні верстатного пристрою на верстаті цю величину доводять до визначеного мінімуму вивіркою і рахують постійною на протязі експлуатації даного пристрою. В окремих випадках складова $\varepsilon_{\text{с}}$ може бути виключена відповідною настройкою верстата. В серійному виробництві, коли має місце багатократна періодична зміна пристроїв на верстатах, $\varepsilon_{\text{с}}$ стає некомпенсованою випадковою величиною, змінюваною в окремих межах.

На величину $\varepsilon_{\text{с}}$ впливають знос і можливі пошкодження поверхонь спряження в процесі регулярної зміни верстатних пристроїв. При додержанні раціональних умов зміни пристроїв і правильному виборі зазорів в спряженнях величину $\varepsilon_{\text{с}}$ можна знизити до 0,01-0,02 мм. Приймаємо $\varepsilon_{\text{с}} = 0,02$ мм.

$$\varepsilon_{\text{у}} = \sqrt{0,2^2 + 0^2} + 0 + 0,05 + 0,01 + 0,02 = 0,28 \text{ мм.}$$

Оскільки шпиндель свердлильного верстата може самоцентруватися і похибка $\varepsilon_{\text{у}}$ менше ніж значення переміщення шпинделя, то робимо висновок, що необхідна точність пристрою досягнута.

Робота кондукторного пристрою.

Пристрій кондукторний призначений для встановлення на вертикально-свердлувальному верстаті моделі 2Н125, базування та закріплення в ньому заготовки, а також для направлення свердла через кондукторну втулку.

Технічні умови:

Оброблювана деталь	фланець
Привід затискуючого механізму	механічний
Розвиваюча сила закріплення	60 кг.
Габаритні розміри пристосування:	
Довжина	126мм
Ширина	385мм
Висота	145мм
Маса не більше	7 кг

До столу плита корпусу кріпиться за допомогою двох стандартних болтів.

3.2 Проектування контрольно – вимірювального пристрою.

В умовах сучасного машинобудівного виробництва задача підвищення точності засобів технічних вимірювань вирішується широкими впровадженнями контрольно-вимірювальних пристроїв.

Контрольно-вимірювальні пристрої – спеціальні виробничі засоби вимірювань, що представляють собою поєднання базуючих, затискаючих, передаючих та вимірювальних пристроїв.

Базуючі пристрої забезпечують правильність положення деталей що перевіряються відносно засобів вимірювання.

Затискаючі пристрої сприяють підвищенню надійності встановлення деталі в пристрої, не викликаючи при цьому труднощів користування контрольним пристроєм.

Контрольно-вимірювальними пристроями перевіряються різні параметри деталей та вузлів машин:

- лінійні розміри (діаметри отворів і валів, довжини, висоти, глибини);
- взаємне розміщення поверхонь;
- відхилення від правильної геометричної форми деталей;
- нелінійні параметри (пружність, твердість, герметичність стінок і зварювальних швів);
- випробування працездатності складальних вузлів та машин в експлуатаційних умовах або в умовах до них подібних.

Конструкція кожного контрольного пристрою, повинна задовольняти різні вимоги, найголовніші з них:

- оптимальна точність вимірювання і продуктивність вимірювання;
- технологічність в виготовленні;
- зносостійкість;
- зручність в експлуатації.

Конструкція контрольного пристрою в цілому та всіх вхідних в нього пристроїв, а також вимірювальних засобів повинна бути такою, щоб з однієї сторони, повністю задовольняти вимоги виконання контрольної операції а з другої, робити його застосування економічно вигідним.

В даному курсовому проекті контрольно-вимірювальним пристроєм рисунок 3.2 являється пристрій для вимірювання перпендикулярності осей отворів $\varnothing 12,1$.

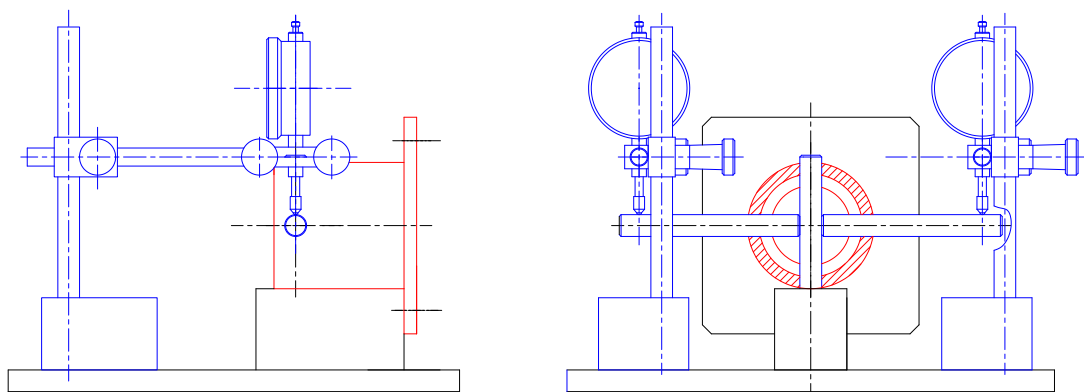


Рис.3.2 Умовна схема контролю перпендикулярності отворів $\varnothing 12,1$.

Даний пристрій спроектований таким чином, що деталь (фланець) базується на головну напрямну $2 \text{ } \varnothing 57 \frac{+0,1}{+0,05}$, торець та фіксуючі пальці 7,8, і закріплюється гайкою 13. В вертикальні отвори встановлюється палець – 4, а в горизонтальні планка 5. На плиті 1 встановлюються індикаторні стійки з індикаторами за допомогою яких визначається відхилення від перпендикулярності.

Контроль перпендикулярності отворів фланця забезпечує збирання без пригонки, що значно підвищує ефективність збирання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Заходи з охорони навколишнього середовища

Важливе значення для нормальної життєдіяльності людини є наявність чистого повітря необхідного хімічного складу і який має оптимальні температуру, вологість та швидкість руху.

В виробничому приміщенні при роботі верстатів, машин, обладнання, від технологічного процесу і знаходження працюючих людей може виникати надлишкова кількість вологи і тепла, а також забруднюючих повітря газів, пари і пилу, а також санітарними нормами проектування промислових підприємств встановлені гранично допустимі утримання шкідливих речовин і стан повітря в робочій зоні.

Утворення в робочій зоні належних кліматичних умов покращує самопочуття людини, підвищує безпечність роботи і забезпечує високу працездатність.

Санітарними нормами передбачені технологічні процеси і виробниче обладнання приймати такими, щоб були відсутні чи мали мінімальне виділення в повітря приміщень, в атмосферу і в стічні води речовини які мають неприємний запах, тепла та вологи, а також пилу. Здійснення необхідних заходів необхідно проводити, замінюючи шкідливі речовини в виробництві нешкідливими чи менш шкідливими; сухі засоби переробки порошкових металів – вологими; пламєневий нагрів – електричним; тверде та рідке паливо – газоподібним та інше.

Щоб створити в приміщеннях нормальні метеорологічні умови, видалити з них шкідливі гази та пари та пил необхідно вірно спроектувати та належним чином експлуатувати вентиляційну систему. Необхідно застосовувати природню, механічну та змішану вентиляції.

Одним з шкідливих факторів, який негативно впливає на людину є вібрація.

Це механічні коливання пружних тіл чи коливальні рухи механічних систем.

Для захисту від вібрації використовують захисні пристрої: огорожувальні, віброізолюючі, віброгасячі, вібропоглинаючі, а також засоби автоматичного контролю, сигналізації, дистанційного управління.

Шум чинить шкідливий вплив на весь організм і в першу чергу на центральну нервову та серечно - судинну системи.

Для боротьби з шумом на шляху його розповсюдження необхідно встановити звукоізолюючі та звукопоглинаючі конструкції, а також глушники аеродинамічних шумів.

Ультразвукові коливання мають в порівнянні з гучними звуками більш високу частоту і не викликають звукових сприйнятів.

Організаційно – профілактичні заходи по захисту від шкідливого впливу підвищених рівнів ультразвуку включає інструктаж працюючих про характер дії ультразвуку і засоби захисту, вибір раціональних режимів праці та відпочинку; використання засобів індивідуального захисту.

Використання електромагнітних променів в діапазоні радіочастот в електричних установках дає велику перевагу, але, систематична дія на організм людини в дозах, які перевищують допустимі, може стати причиною професійних захворювань. В результаті можливі зміни нервової, серечно – судинної, ендокринної та інших систем організму людини.

Для захисту персоналу від впливу електромагнітних полів використовують різноманітні способи і засоби. Зменшення напруженості та густини потоку енергії і екранування робочих місць; віддалення робочого місця від джерела електромагнітних полів; раціональне розміщення в робочому приміщенні обладнання, яке випромінює електромагнітну енергію та інше.

Іонізуючі випромінювання, які проходять в організм людини, можуть викликати тяжкі захворювання, включаючи втрату працездатності і летальні випадки

Захист від зовнішнього проникаючого випромінювання здійснюють наступними способами: переліком фактору часу; зміною відстані від джерела радіації та екранування.

Дія електричного струму на людину може об'єднувати два види: електричні травми та електричні удари.

Заходи по захисту від електротравматизму забезпечують недоступність струмоведучих частин для випадкового доторкання; зниження напруги; заземлення та занулення електроустановок; автоматичне відключення; індивідуальний захист та інше.

До засобів захисту, які можна рахувати основними на машинобудівних підприємствах, віднесені наступні пристрої: огорожувальні; автоматичного контролю і сигналізації; запобіжні; дистанційного керування; тормозні і знаки небезпеки.

ВИСНОВКИ

В ході дипломного проектування були розроблені технологічна і конструкторська частини. В технологічній частині розроблений технологічний процес обробки заданої деталі надано аналіз креслення, технічних умов на виготовлення та технологічності конструкції деталі, визначений тип виробництва та його організаційна форма, вибраний метод отримання заготовки, технологічні бази, вибраний найбільш вигідний технологічний маршрут виготовлення деталі, розраховані припуски, режими різання та норми часу на операції.

В конструкторській частині проведено розрахунки та проектування пристосувань для механічної обробки та контролю.

В ході проектування універсальні верстати замінені на верстати з ЧПК, зміна технологічного процесу та метода отримання заготовки дали можливість отримати річний економічний ефект від виготовлення деталі в 1160400 грн.

Оформлена технологічна документація на технологічний процес складання виробу та технологічний процес механічної обробки деталі.

Виконані креслення деталі та заготовки.

Схема вузлового та загального складання. Графотехнологія. Складальні креслення верстатного та контрольного пристроїв.

Розроблені заходи з охорони навколишнього середовища.

Список використаних літературних джерел

1. Проектування технологічних процесів складання вузла і виготовлення деталі. Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування. ТУП. Хмельницький, 2001, - 109с.
2. 1. Біланенко, В. Г. Проектування технологічних процесів. Частина 1. Оброблення деталей тіл обертання. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка». В.Г.Біланенко, В.П. Приходько, О.О.Мельник; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с. – Назва з екрана.- Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27740>
3. Приходько, В. П. (2020). ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ. Збірник наукових праць ЛОГОС, -С.91-97.
4. Приходько В. УРАХУВАННЯ ВЗАЄМОКОМПЕНСАЦІЇ ПОХИБОК У ПРОЦЕСІ ПРОГНОЗНОЇ ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ РОЗМІРІВ ПРИ РОЗМІРНОМУ МОДЕЛЮВАННІ //Збірник наукових праць ЛОГОС. – 2020. – С. 120-125.
5. ISO/ASTM. 52900: 2017 Manufacturing — General Principles, Terminology. American Society for Testing and Materials (ASTM International): West Conshohocken, PA, USA. 2017. <https://www.iso.org/obp/ui>: дата звернення 20.04.2023
6. Analysis of General and Specific Standardization Developments in Manufacturing from a materials and technological approach/A. GarciaDominguez, J. Claver, A.M. Camacho, M.A. Sebastian/IEEE Access, 2020.P.1–9. doi: 10.1109.
7. Sood A.K. Study on parametric optimization of fused deposition modelling (FDM) process [Rxn]: A thesis submitted in fulfillment of the requirement for the

award of the degree of doctor of philosophy in mechanical engineering by Anoop Kumar Sood. ROLL NO. 507ME012) National institute of technology rourkela - 769008, India – 2011. – 207 p.

8. Виноградов А. А. «Фізичні основи процесу свердління важкооброблюваних металів твердосплавними свердлами», 1985 – с. 21

9. Металорізальний інструмент Sandvik Coromant. Основний каталог. Швеція, друкарня Elanders, 2008, 1144 с.

10. Петраков Ю.В., Шуплецов Д.К. Адаптивне оброблення при віртуальному базуванні на верстатах з ЧПК // Матеріали XVIII-МНТК «Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта» 2017, секція «Прогресивна техніка і технологія машинобудування». - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. - С. 323-325.
http://conf.mmi.kpi.ua/public/conferences/29/2017/MNTK-18_2017_sec_3.pdf
дата звернення 12.05.2023.

11. Yuri Petrakov, Danylo Shuplietsov. Contour milling programming technology for virtual basing on a CNC machine//Eastern-European Journal of Enterprise Technologies//VOL 2, NO 1 (98) (2019) Engineering technological systems., DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.162673>

11. Фролов В. К. Визначення реального положення заготовок при віртуальному базуванні на верстатах з ЧПК / В. Ю. Пилипюк, В. К. Фролов // Інновації молоді в машинобудуванні (Youth Innovations in Mechanical Engineering). За заг. ред. Данильченка Ю. М. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – № 2. – 518 с., С. 442-454. – Режим доступу до ресурсу: <http://immmmi.kpi.ua/proc/article/view/202123>

12. Гордеев А.І., Урбанюк Е.А., Курсове та дипломне проектування з технології машинобудування та металорізальних верстатів. ХНУ. Хмельницький, 2005, - 294 с.

13. Вимірювання точних розмірів за допомогою програми Google Measure на мобільному пристрої Android <https://www.androidsis.com/como-medir-distancias-exactas-con-la-appmeasure-de-google-en-tu-movil-android/>

14. Di, Wang. Solid Particle Erosion [Текст] / Wang Di, Yang Zhen//Advances in Turbomachinery. 2023 DOI: 10.5772/intechopen.109383
15. Li, Chao. Study on the erosive wear of the gassolid flow of compressor blade in an aero-turboshaft engine based on the Finnie model [Текст] / Chao Li, Guangfu Bi, Jian Li, Zezhong Liu // Tribology International 2021. – № 163. – С. 1057–1077. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107197>
16. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування. Київ. Видавництво «Либідь», 2000 р. 366 с.
17. Гевко Б.М., Гевко І.Б., Радик Д.Л. Технологія сільськогосподарського машинобудування. Київ. Видавництво «Кондор», 2006 р. 490 с
18. Sgarbossa F., Peron M., Lolli Fr., Balugani El. Conventional or additive manufacturing for spare parts management: an extensive comparison for Poisson demand. International Journal of Production Economics. 233. 2021. P. 1–16.
19. Abbas I., Abdulwahhab Ah., Shabeeb A. Influence of FECL3 on material removal rate and surface roughness in chemical machining process. Kufa Journal of Engineering 10. 2019. P. 44–55.
20. Євтушенко Н. С., Твердохлебова Н. Є. Щодо важливості питань з охорони праці на підприємстві. Безпека людини у сучасних умовах: матеріали XII Міжнар.наук.-метод. конф. та 139 Міжнар.наук. конф.Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS), м. Харків, 7 – 8 грудня 2020 р. Харків, 2020. С. 40-42.
21. Слівна Д. Ю., Євтушенко Н. С.. Напрямок поліпшення стану безпеки праці працівників машинобудівної промисловості / Збірник доповідей XIV Міжнародної науково-методичної конференції та 149 Міжнародної наукової конференції Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS) «Безпека людини у сучасних умовах», 1 – 2 грудня 2022 р., НТУ «ХП», – Харків, 2022. – С.134-136

ДОДАТОК А

(Комплект технологічної документації)

ДОДАТОК Б

(Комплект специфікацій)