

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студентки Бойко Альони Костянтинівни
(ПІБ)

академічної групи 131-17зек-2
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус букси»
в умовах серійного виробництва

(назва за наказом ректора)

| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|---------------------------------|--------------------|------------------|---------------|--------|
| | | рейтинговою | інституційною | |
| кваліфікаційної роботи розділів | Піньковський С.Г. | 91 | | |
| Аналітичний | Піньковський С.Г. | 90 | | |
| Технологічний | Піньковський С.Г. | 90 | | |
| Спеціальний | Піньковський С.Г. | 92 | | |

| | | | |
|---------------|--|----|--|
| Рецензент | | 90 | |
| Нормоконтроль | | 90 | |

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)


(підпис)

В.В. Проців
(прізвище, ініціали)

« 4 » 05 2020 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню бакалавр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студентці Бойко А.К. академічної групи 131-17зек-2
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-професійною програмою
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус букси» в умовах серійного виробництва

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.05.20 №257-с

| Розділ | Зміст | Термін виконання |
|---------------|--|------------------|
| Аналітичний | Характеристика об'єкта виробництва; Виконання робочого кресленника заданої деталі, аналіз технологічності її конструкції | 9.05.2020 |
| Технологічний | Призначення способу отримання заготовки, проектування робочого кресленника | 15.05.2020 |
| | Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі і виконання маршрутної карти | 20.05.2020 |
| | Розрахунок міжопераційних розмірів механічної обробки | 24.05.2020 |
| | Детальна розробка операцій механічної обробки з розрахунком технічної норми часу, оформлення комплексу технологічної документації і карт налагодження на характерні операції | 2.06.2020 |
| Спеціальний | Проектування верстатного пристрою з розробкою збирального кресленника Проектування контрольного пристрою з розробкою конструкторського кресленника | 12.06.2020 |

Завдання видано


(підпис керівника)

Піньковський С.Г.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії

15.06.2020

Прийнято до виконання


(підпис студента)

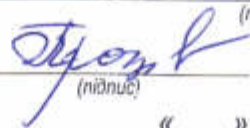
Бойко А.К.

(прізвище, ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

«Затверджую»

Завідувач кафедру технологій
та матеріалознавства


(підпис)

В.В.Проців
(прізвище, ініціали)

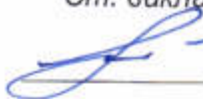
« » 20 р.

КОРПУС БУКСИ


Проект технологічного процесу виготовлення

ТММ.ОППБ.20.02.01

Керівник роботи
Ст. викладач кафедри ТММ


С.Г. Пінковський
« 15 » 06 2020 р.

Студентка
групи 131-17зск-2 ММФ


А.К.Бойко
« 15 » 06 2020 р.

1 Аналітичний розділ

1.1 Введення

Технічний прогрес здійснюється не тільки на основі застосування нових науково-технічних досягнень. Він базується й на широкому використанні вже визначених напрямків у розвитку техніки й характеризується не тільки безперервною появою принципово нових технологічних процесів, але й безперервною заміною існуючих процесів більш точними, продуктивними й економічними.

У даній кваліфікаційній роботі розроблений проект технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус букси» в умовах серійного виробництва при розмірі операційної партії 36 штук.

Як заготовля використовується сталевий вилівок за ГОСТ 977-75. Ефективність використання матеріалу характеризується коефіцієнтом 0,70.

Технологічний процес механічної обробки проектується на основі робочого креслення деталі й складального креслення виробу або складальної одиниці, технічних умов на виготовлення виробу.

Вибір оптимального варіанта технологічного процесу, тобто процесу, найбільш вигідного для даних конкретних умов, що забезпечує найбільшу продуктивність при найменшій собівартості обробки, вимагає в ряді випадків розрахунку економічної ефективності й порівняння економічних варіантів обробки. Вибір оптимального варіанта в значній мірі залежить від обсягу випуску, виробничих можливостей підприємства й умов проектування.

Пропонований технологічний процес характеризується використанням мінімальної кількості металорізальних верстатів з високим ступенем автоматизації, застосуванням універсальних пристосувань і сучасного металорізального інструмента, оснащеного твердосплавними пластинами. Крім того, достоїнством даного процесу є застосування вітчизняного обладнання доступного й досить ефективного в умовах серійного виробництва.

Інформаційною основою при розробці технологічних процесів є: технологічний класифікатор об'єкта виробництва, класифікатор технологічних процесів, система позначень технологічних документів, стандарти Єдиної системи технологічної документації, типові технологічні процеси й операції, стандарти й каталоги на засоби технологічного оснащення, нормативи технологічних режимів, матеріальні й трудові нормативи

При виконанні проектних процедур використані сучасні методики розрахунків режимів різання для прогресивного різального інструменту, які перевірені у виробничих умовах і відповідають нормативно-технічній документації й стандартам системи ЕСКД і ЕСТД.

1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Для розробки оптимального технологічного процесу виготовлення деталі, забезпечення раціональної концентрації технологічних операцій із застосуванням економічно обґрунтованих і технологічно необхідних методів обробки, необхідно проаналізувати призначення робочих поверхонь деталі, використовувані матеріали й технічні вимоги до них з погляду умов складання й експлуатації.

Дана деталь застосовуються в колісній парі - найвідповідальнішій частини електровоза ДЭ1-006. Через колісні пари на рейки передається все навантаження від кузова, візків і тягових електродвигунів. При русі по рейках колісна пара жорстко сприймає всі удари на стиках, хрестовинах і інших нерівностях шляху. Тому на виготовлення й зміст колісних пар звертають особливу увагу. Колісна пара електровоза складається з наступних елементів: осі, двох колісних центрів, двох або одного зубчастого колеса із центрами й двох бандажів зі зміцнювальними (бандажними) кільцями. Разом з бандажем колісний центр становить колесо. Колесо напресовується на вісь. Розміри й вид колісних пар залежать від типу й конструкції електровоза.

Деталь «Корпус букси» служить для передачі ваги кузова, рам візків разом із частиною ваги або повною вагою тягових електродвигунів на вісі колісних пар і для передачі тягового й гальмового зусилля від колісних пар на раму візків. В електровозів змінного току всіх серій букси мають роликові підшипники.

Осьові букси виготовляються литтям і мають різну форму й розміри залежно від устрою рами, величини переданою буксою навантаження, розташування ресор. Поміщені в букси підшипники виконуються із циліндричними, конічними або сферичними роликами.

Відповідальною поверхнею деталі «Корпус букси» є внутрішня циліндрична поверхня діаметром $320^{+0,151}_{+0,062}$ мм під посадку підшипників. До неї пред'являються високі вимоги до правильної геометричної форми, які задаються допуском на некруглість й допустимим відхиленням профілю поздовжнього перетину.

Основними конструкторськими базами корпуса є внутрішня циліндрична поверхня діаметром 320 мм і торець. Вони визначають положення складальної одиниці при загальному складанні колісної пари. Відповідно, вісь отвору діаметром 320 мм є базою, щодо якої заданий позиційний допуск на розташування 16 отворів під кріпильні гвинти й перпе-

ндикулярність опорного торця.

Зважаючи на значні навантаження деталі і складну просторову форму, матеріалом деталі повина бути сталь для виливок. Конструкторським документом передбачається сталь 25Л ГОСТ 977-75. Вона призначена для виготовлення фасонних виливків методами лиття в піщано-глинясті форми, у кокіль і під тиском. Механічні властивості матеріалу наведені в таблиці 1.1, а хімічний склад у таблиці 1.2 [6]. Показники, що характеризують ливарні властивості сталі 25Л, представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.1

| Режим термообробки | $\sigma_{0,2}$ | $\sigma_{\text{в}}$ | δ | ψ | КСУ, Дж/см ² | Твердість, НВ |
|---|----------------|---------------------|----------|--------|-------------------------|---------------|
| | МПа | | % | | | |
| Нормалізація, 880-900 °С Відпуск, 630-650 °С | 220 | 420 | 22 | 35 | 500 | 134-143 |

Таблиця 1.2

в процентах

| С | Mn | Si | Cr | Ni | Cu | S | P |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|-------|------|
| | | | не більше | | | | |
| 0,17-0,25 | 0,35-0,90 | 0,20-0,52 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,045 | 0,04 |

Таблиця 1.3

| Найменування показника | Позначення | Значення |
|--|-------------------|------------|
| Температура початку твердіння | °С | 14 90-1504 |
| Показник щільновитривалості | $K_{\text{т.ц.}}$ | 1,0 |
| Схильність до утворення усадкової раковини | $K_{\text{ц.р.}}$ | 1,0 |
| Рідкотекучість | $K_{\text{р.т.}}$ | 1,0 |
| Лінійна усадка | % | 2,2-2,3 |
| Схильність до утворення усадкової пористості | $K_{\text{ц.п.}}$ | 1,0 |

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність конструкції деталі визначається ступенем відповідності її конструкції умовам виготовлення. Розрізняють виробничу, експлуатаційну й ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції виробу є її економічна доцільність при заданій якості й прийнятих умовах виробництва й експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки, коли конструкторські документи вже затверджені й не підлягають радикальним змінам, доцільно про-

водити якісний аналіз технологічності конструкції деталі з метою узагальнено, на підставі досвіду виконавця, встановити ступінь відповідності між показниками якості й прийнятими умовами виробництва. Кількісну оцінку виконують за деякими показниками, щоб охарактеризувати ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

Деталь «Корпус букси» має складну просторову форму, що характеризується сполученням внутрішніх і зовнішніх концентричних поверхонь, що з'єднуються ребрами. Аналізуючи вимоги робочого креслення, робимо висновок, що матеріал деталі дозволяє забезпечити необхідні механічні властивості, шорсткість необроблюваних поверхонь і конструктивні особливості деталі. Співвідношення геометричних параметрів деталі, у сполученні з особливостями конструкції й умовами оброблюваності ливарних сталей, дозволяє призначити оптимальні режими різання. Конструкція деталі дозволяє обробляти взаємозалежні поверхні з однієї установки й «на прохід».

Співвідношення квалітетів і параметрів шорсткості оброблюваних поверхонь є оптимальним. З огляду на, що матеріал деталі – лита сталь, восьмий клас чистоти на поверхні отвору діаметрами 320 мм може бути отриманий тонким точінням з використанням твердосплавного інструмента при достатній жорсткості системи СНІД і точності обертання шпинделя верстата.

Точність розташування кріпильних отворів щодо заданих баз визначена позиційним допуском, що не перевищує 0,5 мм у діаметральному вираженні. Така точність може бути забезпечена при обробці навіть у кондукторному пристосуванні, але з огляду на складну форму заготовлі, доцільно використовувати верстат з ЧПК.

Всі різьбові поверхні відповідають грубій точності і її забезпечення в даному матеріалі не викличе утруднень при обробці мітчиком.

У цілому конструкція деталі є технологічною. До нетехнологічних конструктивних елементів можна віднести внутрішні поверхні вушок під балансир, тому що їхня обробка скрутна й вимагає застосування спеціального пристосування й інструмента.

Кількісну оцінку технологічності конструкції деталі виконаємо по трьох з одинадцяти, передбачених ГОСТ 14.201-83 показникам.

1. Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів визначається по формулі:

$$K_{ye} = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}, \quad (1.1)$$

де $Q_{y.э}$ – число уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів;

$Q_э$ – загальне число типорозмірів конструктивних елементів;

Прикладами конструктивних елементів виробу є різьблення, кріплення, жолобники, фаски, проточки, отвори й т.п. Ознаки по яких конструктивний елемент може вважа-

тися уніфікованим встановлюється галузевою нормативно-технічною документацією.

Враховуючи галузь використання деталі, вважається, що коефіцієнт уніфікації по лінійним розмірам, радіусам округлення та спряжень більше 0,6. Це означає що по переліченим конструктивним елементам деталь технологічна. По таким елементам як діаметри кріпильних отворів, різьблень, фасок K_{ye} дорівнює одиниці.

2. Коефіцієнт точності обробки визначається по формулі:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (1.2)$$

де $A_{ср}$ – середній квалітет розмірів виробу, що визначається за формулою:

$$\begin{aligned} A_{ср} &= \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 12n_{12} + 13n_{13} + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12} + n_{13} + n_{14}} = \\ &= \frac{8 \cdot 3 + 11 \cdot 1 + 12 \cdot 12 + 13 \cdot 3 + 14 \cdot 11 + 15 \cdot 4}{34} = 12,7 \end{aligned} \quad (1.3)$$

де A – квалітет розміру;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету.

Підставивши отримане значення в формулу 1.2 одержимо результат:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{12,7} = 0,92,$$

При такому значенні коефіцієнта точності обробки деталь вважається технологічною, оскільки $K_{mч}$ більше нормативного значення (0,8).

3. Коефіцієнт шорсткості поверхні визначається по формулі:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.4)$$

де $B_{ср}$ – середнє значення параметра шорсткості, що визначене по формулі:

$$\begin{aligned} B_{ср} &= \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{50 \cdot n_1 + 25 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_7 + 0,4 \cdot n_8 + \dots + 0,0012 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_7 + n_8 + \dots + n_{14}} = \\ &= \frac{50 \cdot 17 + 12,5 \cdot 27 + 6,3 \cdot 28 + 3,2 \cdot 7 + 1,6 \cdot 1 + 0,8 \cdot 1}{81} = 17,1 \text{ (мкм)} \end{aligned} \quad (1.5)$$

де B – числове значення параметра шорсткості за шкалою Ra ГОСТ 2789-73;

n_i – кількість поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

Підставивши отримане значення в формулу 1.5 одержимо результат:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{17,1} = 0,94$$

Таке значення при обробці чорних металів свідчить про технологічність деталі по даному показнику.

2 Технологічний розділ

2.1 Призначення річної виробничої програми випуску деталі

Виробнича програма випуску деталей встановлюється залежно від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов складання. На початковому етапі проектування технологічних процесів виготовлення деталей, що входять у виріб, річна виробнича програма випуску визначається по формулі:

$$N = N_u \cdot q \cdot \left(1 + \frac{h}{100}\right), \quad (\text{шт/рік}) \quad (2.1)$$

де N_u – річна програма випуску виробів;

q - кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h - відсоток деталей, призначених на запасні частини.

Річна потреба в колісних парах становить 300 штук. Кожна колісна пара складається з однієї осі, на яку встановлюють дві букси. З огляду на умови роботи деталей, приймаємо для деталі «Корпус букси» $q=2\%$. Підставивши вихідні у формулу (1.1), одержимо значення річної виробничої програми для заданих деталей:

$$N_{\text{Корпус}} = 300 \cdot 2 \cdot 1,02 = 612 \text{ шт};$$

Загальноприйнятим комплексним критерієм при розробці й аналізі технологічного процесу є така класифікаційна категорія, як тип виробництва. Попереднє визначення типу виробництва ґрунтується на взаємозв'язку між річною програмою випуску деталі і її масою 70кг. Виходячи із прийнятої річної виробничої програми випуску деталей і їхньої маси приймаємо середньосерійний тип виробництва. Одним з показників, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, що запускаються одночасно у виробництво. Вона визначається по формулі:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}, \quad (2.2)$$

де a - періодичність запуску деталей у виробництво, днів. Для середньосерійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на 15 днів;

Φ - число робочих днів у році, 251.

Таким чином, при виробництві корпусу розмір партії буде дорівнює:

$$N_{\text{Корпус}} = \frac{612 \cdot 15}{251} = 36,6 \text{ шт.}$$

Оскільки розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску, приймаємо 36 штук. Таким чином, виробнича програма буде забезпечена 17-ма запусками на рік.

2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення й конструкцію деталі, технічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення. Вибрати заготовлю - значить встановити спосіб її одержання, призначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри й указати вимоги до точності виготовлення.

Заготівлі для корпусних деталей одержують литтям і зварюванням. Причому вилівки становлять 95% всіх заготовель. Основними способами одержання литих заготовель є: лиття в піщано-глинясті форми, у кокіль, лиття під тиском, лиття в оболонкові форми й інші. Найбільше широко для корпусних деталей використовують лиття в піщано-глинясті форми.

Оскільки деталь має складну геометричну форму (випусок належить до третьої групи складності), масу $m=106$ кг, то виготовлення металевих форм для машинного формування трудомістко й недоцільно, тому що веде до підвищення вартості вилівки. Крім того, по робочому кресленню до поверхонь заготівлі не пред'являються високі вимоги по шорсткості. Тому раціональним способом одержання заготівлі для деталі «Корпус букси» є лиття в піщано-глинясту форму.

Розміри заготівлі й інші показники, необхідні для технологічних розрахунків, визначаємо за методикою, наведеної в ГОСТ 26645-85.

Для вилівок з термооброблюваних сталевих сплавів розміром до 630 мм, одержуваних литтям у піщано-глинисті форми, може бути встановлений 9-13 клас розмірної точності. З огляду на складність деталі й серійний тип виробництва, приймаємо 10 клас розмірної точності для всіх поверхонь заготівлі. Виходячи із цього, встановлюємо загальний допуск на розміри оброблюваних поверхонь вилівки. Ступінь жолоблення встановлюється 5-а (Додаток «Г»).

Ступінь точності поверхні для тих же умов приймається в діапазоні 12-19. Якщо прийняти 14 ступінь точності поверхонь вилівки, то відповідно до таблиці 12 ГОСТ 26645-85 їй відповідає середньоарифметичне відхилення профілю (Ra) не більше 40 мкм. При цьому ряд припуску вибирається з діапазону 5-8. Для термооброблюваних вилівок зі сталевих сплавів приймають середні значення, тобто сьомий ряд. Величину загального припуску встановлюємо відповідно до п.4.2 за половинним значенням загального допуску для циліндричних поверхонь і за повним значенням для інших. Вихідні дані й результати розрахунку номінальних розмірів оброблюваних поверхонь заготівлі наведені в таблиці 3.1.

Клас точності маси призначається в межах 8-15. Приймаємо 11 клас, який встановлює допустиме відхилення маси 12%, щодо вилівки номінальною масою 100-400 кг

Масу заготовки визначимо по формулі:

$$m_z = m_d + m_{np}, \quad (2.3)$$

де m_d – маса деталі по основному конструкторському документі, кг;

m_{np} – маса припуску, що видаляється в процесі механічної обробки, кг.

Таблиця 2.1

| Розмір поверхні, мм | Допуск розміру, мм | Допуск форми, мм | Загальний допуск, мм | Загальний припуск на сторону, мм | Розмір заготовки, мм | Маса припуску, кг |
|---|--------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <i>Внутрішні циліндричні поверхні</i> | | | | | | |
| $\varnothing 320^{+0,151}_{+0,062}$ | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 4,9 | $\varnothing 310,2 \pm 2,0$ | 12,86 |
| $\varnothing 420$ | 4,4 | 1,2 | 5,0 | 3,6 | $\varnothing 412,8 \pm 2,2$ | 5,98 |
| $\varnothing 85 H8$ | 2,8 | 0,32 | 3,2 | 4,1 | $\varnothing 76,8 \pm 1,4$ | 6,44 |
| <i>Плоскі поверхні</i> | | | | | | |
| $277 \pm 0,16$ | 4,0 | 0,8 | 4,0 | 4,4 | $285,8 \pm 2,0$ | 1,41 |
| $310 \pm 0,65$ | 4,0 | 0,8 | 4,0 | 3,2 | $316,4 \pm 2,0$ | 1,65 |
| $210^{+0,46}$ | 3,6 | 0,64 | 4,0 | 4,4 | $201,2 \pm 1,8$ | 2,51 |
| $165^{+0,63}$ | 3,2 | 0,4 | 3,2 | 3,6 | $157,8 \pm 1,6$ | 1,3 |
| Маса припуску на механічну обробку з урахуванням напусків, кг | | | | | | 39,7 |

Таблиця 2.2 Розрахунок маси напусків

| Вид поверхні, характеристика | Кількість | Маса напуску, кг |
|--------------------------------|-----------|------------------|
| Паз конічний (50 x 35 x 51 мм) | 4 | 2,80 |
| Отвір діаметром 22 (l=76 мм) | 4 | 0,70 |
| Отвір діаметром 50 мм (l=2 мм) | 4 | 0,12 |
| Сквозное отвір M16 (l=50 мм) | 4 | 0,32 |
| Глухий отвір M20 (l=45 мм) | 16 | 1,78 |
| Глухий отвір M18 (l=50 мм) | 1 | 0,1 |
| Лиска | 1 | 0,01 |
| Всього маса напусків, кг | | 5,83 |

Маса припуску визначена на підставі даних таблиці 2.1 з урахуванням геометричної форми оброблюваних поверхонь і технологічних напусків (фасоні пази, лиска, різьбові, кріпильні отвори, отвори у вушках, які недоцільно виконувати в заготівлі (див. таблицю 2.2)). Підставивши значення загальної маси припусків у формулу 2.3, визначимо масу заготівлі.

$$m_3 = 106 + 39,7 + 5,8 = 151,5 \text{ (кг)}.$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0,70.

Для подальших розрахунків і розробки робочого креслення заготівлі приймаємо позначення точності вилівка: 10-5-14-11 ГОСТ 26645-85

2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Технологічний процес в умовах серійного типу виробництва характеризується широкою номенклатурою виробів і значними обсягами випуску. Ефективність такого виробництва в значній мірі залежить від можливості поєднання універсальності й мобільності одиничного виробництва з високою організацією й продуктивністю масового. Таке поєднання передбачає використання обладнання із широкими технологічними можливостями, високим ступенем універсальності й автоматизації.

З огляду на, що серійне виробництво характеризується широкою номенклатурою не тільки виробів, але й оброблюваних матеріалів, вимоги до широкого вибору економічно ефективних методів і режимів обробки металів можуть бути виконані шляхом наявності різноманітного парку металорізального обладнання, універсальних і переналагоджуваних спеціальних пристосувань, розвиненого інструментального й метрологічного господарства.

Найбільш ефективним засобом, що дозволяє забезпечити найвищий ступінь автоматизації, високу універсальність і значну продуктивність при великій насиченості технологічних операцій, є раціональне використання обладнання із числовим програмним керуванням і пов'язані з ним технології організації робочих місць, складів, транспорту, контролю операцій і керування виробничими процесами.

Кількість технологічних операцій, їхня концентрація буде визначатися методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітету розміру, параметра шорсткості й умов оброблюваності середньолегованих сталей. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

| Вид поверхні, розмір, мм | Квалітет | Ra, мкм | Метод обробки поверхні |
|--|----------|---------|--|
| Внутрішня $\varnothing 320^{+0,151}_{+0,062}$ | 8 | 0,8 | Розточування чорнове Розточування чистове Розточування тонке |
| Внутрішня $\varnothing 85H8^{(+0,054)}$ | 8 | 1,6 | Розточування чорнове Розточування чистове Розгортання |
| Торці $277 \pm 0,16$ | 11 | 6,3 | Фрезерування однократне |
| Паз фасоний $35^{+0,16}$ | 11 | 3,2 | Фрезерування чорнове Фрезерування чистове |
| Торці $310 \pm 0,65$ | 12 | 12,5 | Фрезерування однократне |
| Паз $165^{+0,63}$ | 13 | 6,3 | Фрезерування однократне |
| Паз $210^{+0,46}$ | 12 | 6,3 | Фрезерування однократне |
| Пласка $50 \pm 0,31$ | 14 | 12,5 | Фрезерування однократне |
| Внутрішня $\varnothing 22^{+0,52}$ | 14 | 12,5 | Свердлування |
| Резьблення M20-7H, M16-7H, M18 \times 1,5-7H | - | 6,3 | Свердлування Ръзьбонарізування |

На першій операції механічної обробки необхідно підготувати бази для виконання більшості операцій технологічного процесу, при цьому варто дотримуватися принципів сталості й суміщення баз (конструкторських, технологічних і вимірювальних). Такими базами є поверхні двох отворів діаметрами 320 і 85 мм і торець корпусу. Їх можна обробити з одного установа, якщо використовувати двохпозиційну обробку на поворотному столі. Така схема обробки забезпечить точне взаємне розташування поверхонь, а при багатоінструментному налагодженню верстата виконання позиційного допуску всіх кріпильних отворів.

Найбільш раціональною схемою базування, що забезпечує обробку всіх необхідних поверхонь з двох сторін заготовлі, є базування по зовнішніх необроблюваних поверхнях вушка радіусом 85 мм і двом пласким поверхням.

Для виконання першої операції найбільш придатні технологічні можливості має свердлильно-фрезерно-розточувальної верстат і ЧПК горизонтального компоунання з магазином інструментів не менш 20-и.

Такий же верстат підходить і для виконання наступної операції, оскільки конструкція деталі дозволяє обробити практично всі поверхні із трьох сторін при базуванні по

«чистим» поверхнях основних отворів і торцю. Особливостями технологічного оснащення даної операції є використання спеціального пристосування й спеціальної кінцевої фрези для обробки фасонного паза шириною 35 мм.

Фрезерування вушок у розмір $210^{+0,46}$ мм доцільно виконувати набором спеціальних дискових фрез (зовнішній діаметр фрези 430 мм задається конструкторським документом) на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 683. На столі верстата встановлюється спеціальне поворотне пристосування, на якому можлива двохпозиційна обробка деталі без перевстановлення. Таке рішення, крім підвищення продуктивності, забезпечить стабільну ширину паза, симетричність розташування щодо основної конструкторської бази і якість поверхні.

На останній операції механічної обробки здійснюється остаточна обробка основної конструкторської бази - отвору діаметром 320 Н8 мм. Реалізується режим алмазного (тонкого) розточування, що дозволяє досягти необхідного параметра шорсткості поверхні - Ra 0,8 мкм. З огляду на конфігурацію й масу деталі, використовується оздоблювано-розточувальна верстат вертикального компонування моделі 2776В.

Завершальним етапом технологічного процесу виготовлення деталі є контрольна операція, на якій здійснюється контроль отриманих розмірів поверхонь, точності форми і їхнього взаємного розташування. Пропонований технологічний маршрут обробки деталі «Корпус букси» наведений у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

| № оп. | Найменування операції | Стислий зміст операції | Верстат |
|-------|------------------------|--|----------|
| 05 | Програмна | Обробка двох протилежних торців корпусу та кріпильних отворів, зовнішньої поверхні провущин, повна обробка отвору $\varnothing 85$ Н8 мм з використанням двох позицій поворотного столу. | 6904ВМФ2 |
| 10 | Програмна | Комплексна обробка корпусу з трьох сторін з використанням трьох позицій поворотного столу. | 6904ВМФ2 |
| 15 | Горизонтально-фрезерна | Послідовна обробка двох провущин шляхом одночасного фрезерування двох площин кожної провущини в розмір $210^{+0,46}$ мм | 6Р83 |
| 20 | Алмазно-расточувальна | Остаточна обробка основного отвору $\varnothing 320$ Н8 мм | 2776В |
| 25 | Контрольна | Комплексний контроль деталі | |

2.4 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску сполучене зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку, як у випадку виконання додаткових обдирних проходів, так і за рахунок зниження режимів різання у випадку значної глибини різання. При цьому підвищується витрата різального інструменту й загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску сполучено зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку, як у випадку виконання додаткових обдирних проходів, так і за рахунок зниження режимів різання у випадку значної глибини різання. При цьому підвищується витрата різального інструменту й загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Мінімальні припуски на механічну обробку визначаємо розрахунково-аналітичним методом, що рекомендується в довіднику [13].

Припуски на іншу поверхню призначаємо статистичним (табличним) методом. У цьому випадку загальний припуск приймаємо рівним припуску, призначеному на заготівлю, а припуски на обробку, що іде за чорною по таблицях, наведеним у довідковій літературі.

Розрахунок міжопераційних розмірів і граничних припусків на механічну обробку представлений у табличному виді.

Приведемо приклад виконання розрахунку мінімальних припусків на обробку отвору діаметром $320^{+0,151}_{+0,062}$ мм.

Мінімальна величина припуску при обробці циліндричних поверхонь визначається по формулі:

$$2Z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.4)$$

де Rz і h - параметр шорсткості й глибина дефектного шару, що характеризують умови попереднього технологічного переходу (заготівлю), мкм;

Δ_{Σ} – сумарна величина просторових відхилень після виконання попереднього технологічного переходу, мкм;

ε_i - похибка встановлення деталі в пристосуванні на виконуваному технологічному переході, мкм

Визначимо значення параметрів, що входять у формулу (2.4), і виконаємо розрахунок міжопераційних розмірів відповідно до загальноприйнятої методики.

1. Отвір оформлюється піщаним стрижнем при литті в піщано-глинясті форми. Метод обробки даної поверхні наведений у таблиці 4.1. Вважаємо, що при обробці конструкційної сталі й прийнятої точності заготівлі, досягти необхідних характеристик поверхні можна за три технологічних переходи: чорнове розточування забезпечить 12 квалітет розміру ($T=570$ мкм, $Rz = 100$ мкм, $h = 100$ мкм); чистове розточування забезпечить 10 квалітет розміру ($T=230$ мкм, $Rz = 25$ мкм, $h = 25$ мкм); алмазне розточування забезпечить 8 квалітет розміру ($T=89$ мкм, $Rz = 5$ мкм, $h = 5$ мкм). Параметри заготівлі, прийняті для розрахунку: $Rz + h = 500$ мкм [24. Табл.6 с.182], допуск - 8 мм (див. табл. 2.1)

2. Сумарна величина просторових відхилень поверхні заготівлі при чорновій обробці (Δ_{Σ}) буде визначатися конструкцією ливарного оснащення й порядком використання технологічних баз. Оскільки дана поверхня обробляється на першій операції, а технологічною базою є зовнішня поверхня, що розташована в іншій опці, сумарна величина просторових відхилень визначається по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2 + \Delta_{пер}^2} = \sqrt{1,0^2 + 2,0^2 + 1,2^2} = 2,538 \text{ мм} \quad (2.5)$$

де $\Delta_{кор}$ – жолоблення поверхні, приймається рівною допуску форми для даного елемента вилівка – 1,0 мм;

$\Delta_{см}$ – зсув вилівка по площині рознімання, приймається по прийнятому класу розмірної точності для розміру найбільш тонкого елемента вилівка, що виходить на площину рознімання (21 мм) – 2,0 мм;

$\Delta_{пер}$ – зсув поверхні, викликане перекосом стрижня – 1,2 мм.

3. Величина просторових відхилень оброблюваної поверхні після кожного технологічного переходу визначається по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma заг} \cdot K_y, \quad (2.6)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми, що залежить від виду технологічного переходу [24. Табл.29 с.190]

Тоді, після чорнового точіння $\Delta_{\Sigma черн} = 2,538 \cdot 0,06 = 0,152$ (мм)

після чистового точіння $\Delta_{\Sigma алм} = 0,152 \cdot 0,04 = 0,006$ (мм)

значенням параметра менш 5 мкм зневажаємо.

4. Похибка встановлення заготівлі в пристосуванні (ε_y) на кожному технологічному переході встановлюємо з наступних міркувань:

На першій операції заготівля встановлюється в спеціальному пристосуванні по неопрацьованому торці з вивіркою по розмітці (по діаметрі й торцю), при цьому $\varepsilon_{\delta 1} = 1200$ мкм.

Чистове розточування виконується без перевстановлення деталі, тому залишкова похибка встановлення визначається по формулі:

$$\varepsilon_i = 0,05 \cdot \varepsilon_{i-1} + \varepsilon_{\text{нд.}} = 0,05(1200 + 50 = 110 \text{ (мкм)}), \quad (2.7)$$

де $\varepsilon_{\text{нд.}}$ – похибка індексації стола верстата або револьверної головки, мкм

При алмазному розточуванні заготовля базується по остаточно оброблених поверхнях у спеціальному пристосуванні, для якого похибка встановлення дорівнює 30 мкм.

5. Підставивши вихідні дані для кожного переходу у формулу 2.5, визначаємо мінімальні припуски:

– для чорнового розточування: $2z_{\text{min}1} = 2(500 + \sqrt{2538^2 + 1200^2}) = 6615 \text{ мкм};$

– для чистового розточування: $2z_{\text{min}2} = 2(100 + 100 + \sqrt{152^2 + 110^2}) = 775 \text{ мкм};$

– для алмазного розточування: $2z_{\text{min}3} = 2(25 + 25 + \sqrt{6^2 + 30^2}) = 161 \text{ мкм}.$

Розрахунки міжопераційних розмірів і граничних припусків зведені в таблицю 2.5

Граничні припуски для кожного переходу МОП визначаються шляхом вирахування граничних розмірів на двох сусідніх переходах:

для чорнового розточування $Z_{\text{чер. min}} = 319,20 - 312,00 = 7,20 \text{ (мм)}$

$$Z_{\text{чер. max}} = 318,63 - 308,00 = 10,63 \text{ (мм)}$$

для чистового розточування $Z_{\text{чист. min}} = 319,99 - 319,20 = 0,79 \text{ (мм)}$

$$Z_{\text{чистий. max}} = 319,76 - 318,63 = 1,13 \text{ (мм)}$$

для алмазного розточування $Z_{\text{алм. min}} = 320,151 - 319,990 = 0,161 \text{ (мм)}$

$$Z_{\text{алм. max}} = 320,062 - 319,760 = 0,302 \text{ (мм)}$$

Правильність обчислень перевіряється по формулі:

$$Z_{i \text{ max}} - Z_{i \text{ min}} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (2.8)$$

Для даного розрахунку: $12062 - 8151 = 4000 - 89$ або $3911 = 3911.$

Таблиця 2.5

| Метод обробки поверхні | Елементи припуску, мкм | | | | Припуск, мкм | Розрахунковий розмір, мм | Допуск, мкм | Розмір, мм | | Припуск, мм | |
|--|------------------------|-----|-----------------|-----------------|--------------|--------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Rz | h | Δ_Σ | ε_y | | | | d_{min} | d_{max} | Z_{min} | Z_{max} |
| Внутрішня циліндр. $\varnothing 320^{+0,151}_{+0,062}$ мм | | | | | | | | | | | |
| Заготівка | 500 | | 2538 | | | 312,6 | 4000 | 308 | 312 | | |
| Розточування чорн. | 100 | 100 | 152 | 1200 | 6615 | 319,215 | 570 | 318,63 | 319,20 | 7,20 | 10,63 |
| Розточування чист. | 25 | 25 | 6 | 110 | 775 | 319,990 | 230 | 319,76 | 319,99 | 0,79 | 1,13 |
| Розточ. тонке | 5 | 5 | - | 30 | 161 | 320,151 | 89 | 320,062 | 320,151 | 0,161 | 0,302 |

Розрахунок міжопераційних розмірів і граничних припусків на обробку інших поверхонь корпусу букси виконаний табличним способом по [12] відповідно до методів обробки поверхонь, наведеними в таблиці 2.6. Результати розрахунку наведені в таблиці 2.6

Таблиця 2.6

| Метод обробки поверхні | Припуск, мм | Розрахунковий розмір, мм | Допуск, МКМ | Розмір, мм | | Припуск, мм | |
|--|-------------|--------------------------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | | | | d_{min} | d_{max} | Z_{min} | Z_{max} |
| <i>Внутрішня циліндрична $\varnothing 85^{+0,054}$ мм</i> | | | | | | | |
| Заготівка | | 76,854 | 2800 | 74,1 | 76,9 | | |
| Розточування чорнове | 6,4 | 83,254 | 540 | 82,71 | 83,25 | 6,35 | 8,61 |
| Розточування чистове | 1,3 | 84,554 | 140 | 84,41 | 84,55 | 1,30 | 1,70 |
| Розгортання | 0,5 | 85,054 | 54 | 85,000 | 85,054 | 0,504 | 0,590 |
| <i>Торцеві, зв'язані розміром $310 \pm 0,65$ мм</i> | | | | | | | |
| Заготівка | | 314,55 | 4000 | 314,4 | 318,4 | | |
| Підрізка правого торця | 2,6 | 311,95 | 2100 | 312,0 | 314,1 | 2,4 | 4,3 |
| Підрізка левого торця | 2,6 | 309,35 | 1300 | 309,4 | 310,7 | 2,6 | 3,4 |
| <i>Торцеві, зв'язані розміром $210^{+0,46}$ мм</i> | | | | | | | |
| Заготівка | | 201,66 | 3600 | 198,0 | 201,6 | | |
| Одночасне фрезерування двох торців | 8,8 | 210,46 | 460 | 210,00 | 210,46 | 8,86 | 12,00 |
| <i>Торцеві, зв'язані розміром $277 \pm 0,16$ мм</i> | | | | | | | |
| Заготівка | | 285,64 | 4000 | 286 | 290 | | |
| Підрізка правого торця | 4,4 | 281,24 | 1300 | 281,2 | 282,5 | 4,8 | 7,5 |
| Підрізка левого торця | 4,4 | 276,84 | 320 | 276,84 | 277,16 | 4,36 | 5,34 |
| <i>Торцеві, зв'язані розміром $165^{+0,63}$ мм</i> | | | | | | | |
| Заготівка | | 158,43 | 3200 | 155,2 | 158,4 | | |
| Фрезерування справа | 3,6 | 162,03 | 1600 | 160,4 | 162,0 | 3,6 | 5,20 |
| Фрезерування зліва | 3,6 | 165,63 | 630 | 165,00 | 165,63 | 3,63 | 4,60 |

2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі

Основна мета детальної розробки технологічної операції - розробка технологічної документації, що містить повну інформацію про зміст операції, її технологічне й метрологічне оснащення, трудовитратах. Вихідними даними, що визначають послідовність операцій і їхнє призначення, є технологічний маршрут виготовлення деталі, наведений у таблиці 2.4. Призначення режимів різання, вимог до точності розмірів здійснюємо на підставі результатів розрахунку міжопераційних припусків і розмірів, які наведені в таблицях 2.5, 2.6

Виготовлення деталі «Корпус букси» передбачає чотири операції механічної обробки. Докладну ілюстрацію детальної розробки й розрахунку технічної норми часу виконаємо для першої й третьої операцій. Результати технологічного проектування для інших операцій наведені в таблиці 2.7.

Операція 05, Програмна

Операція виконується на горизонтальному свердлувально-фрезерно-розточувальному верстаті моделі 6904ВМФ2 із хрестовим столом, оснащеному СЧПК «Розмір 2-М» і тридцятивмістним інструментальним магазином.

Деталь базується за повною схемою в спеціальному пристосуванні, по зовнішніх необроблюваних поверхнях вушка радіусом 85 мм і двом пласким поверхням.

У процесі виконання операції здійснюється повна обробка заготівлі із двох протилежних сторін з використанням двох позицій поворотного стола й 17 видів інструментів для виконання 31 інструментального переходу. А саме:

Позиція 1

- 1) Фрезерується площина торця в розмір 281,85(0,65 мм);
- 2) Фрезеруються площини двох бобишок в розмір 313,65(1,05 мм);
- 3) Розточуються бічні поверхні двох виступів під кутом 45° і радіусом 2 мм на діаметрі $420 \pm 1,25$ мм;
- 4) Виконується чорнове розточування отвору в розмір $318,63^{+0,57}$ мм;
- 5) Розточується фаска під кутом 45° на довжину 3,5 мм;
- 6) Фрезерується зовнішня площина вушка на глибину $6 \pm 0,24$ мм;
- 7) Виконується чорнове розточування отвору в розмір $82,71^{+0,54}$ мм;
- 8) Розточується фаска під кутом 45° на довжину 3,5 мм;

- 9) Виконується зацентрування 10 кріпильних отворів;
- 10) Виконується свердління вісім отворів під різьблення M20-7H на глибину 45^{+3} мм;
- 11) Виконується свердління двох наскрізних отворів під різьблення M16-7H;
- 12) Зенкується 10 фасок $1,5 \times 45^\circ$ у десяти отворах;
- 13) Нарізується різьблення M20-7H у вісьмох отворах на глибину 32^{+5} мм;
- 14) Нарізується різьблення M16-7H у двох наскрізних отворах.

Позиція 2

- 15) Фрезерується площина торця в розмір 277(0,16 мм);
- 16) Фрезеруються площини двох бобишок у розмір 310(0,65 мм);
- 17) Розточуються бічні поверхні двох виступів під кутом 45° і радіусом 2 мм на діаметрі $420 \pm 1,25$ мм;
- 18) Розточується фаска під кутом 45° на довжину 3,5 мм в отворі діаметром 318мм;
- 19) Фрезерується зовнішня площина вушка в розмір $265 \pm 0,65$ мм;
- 20) Виконується чорнове розточування отвору в розмір $82,71^{+0,54}$ мм;
- 21) Розточується фаска під кутом 45° на довжину 3,5 мм;
- 22) Виконується центрування 10 кріпильних отворів;
- 23) Виконується свердління вісьми отворів під різьблення M20-7H на глибину 45^{+3} мм;
- 24) Виконується свердління двох наскрізних отворів під різьблення M16-7H;
- 25) Зенкується 10 фасок $1,5 \times 45^\circ$ у десяти отворах;
- 26) Нарізується різьблення M20-7H у вісьмох отворах на глибину 32^{+5} мм;
- 27) Нарізується різьблення M16-7H у двох наскрізних отворах;
- 28) Виконується чистове розточування отвору в розмір $319,76^{+0,23}$ мм;
- 29) Виконується чистове розточування отвору в розмір $84,41^{+0,14}$ мм;
- 30) Виконується розгортання отвору в розмір $85^{+0,054}$ мм.

Для закріплення різального інструменту на верстаті використовується допоміжний інструмент на базі якого комплектується інструментальний блок різного призначення. Загальною характеристикою системи допоміжного інструмента є вид і розмір хвостовика, що забезпечують його закріплення в шпинделі, а також захват пристроєм для транспортування з магазину в шпиндель і зворотно. Для даного верстата використовується хвостовик конічністю 7:24 розміром 50 мм для верстатів із числовим програмним керуванням по СТ СЭВ 1859-79. При цьому, конструктивні елементи для кріплення різального інструменту визначаються відповідним нормативно-технічним документом у

вигляді технічних умов.

Зведені дані по технологічному оснащенню всіх інструментальних переходів даної операції наведені в таблиці 2.7.

Розрахунок режимів різання виконується аналітичним способом за методикою, наведеної в [13 с.281-292]. Узгодження параметрів робочих рухів верстата здійснювалося відповідно до наведеного нижче стислого технічною характеристикою.

Таблиця 2.7

| Пере-хід | Ріжущий інструмент | Допоміжний інструмент |
|----------|--|---|
| 1, 15 | Фреза 2223-0507 ГОСТ 20537-75 | Втулка 50-5 ОСТ2 П12-7-84 |
| 2, 16 | Фреза 2210-0073 ГОСТ 9304-69 | Оправка 50-32-203,8 ОСТ2 П14-6-84 |
| 3, 17 | Голівка розточна двохзуба 181352015 ОСТ2 И23-1-76 исп.3 | - |
| 4 | Голівка розточна двохзуба 181352025 ОСТ2 И23-1-76 исп.3 | - |
| 5, 18 | Голівка розточна двохзуба 181352015 ОСТ2 И23-1-76 исп.3 | - |
| 6, 19 | Фреза 2210-0073 ГОСТ 9304-69 | Оправка 50-32-203,8 ОСТ2 П14-6-84 |
| 7, 20 | Різець 2142-0051 ГОСТ 9795-73 | Оправка 50-50-286,8 ОСТ2 П14-7-84 |
| 8, 21 | Різець 2142-0051 ГОСТ 9795-73 | Оправка 50-50-286,8 ОСТ2 П14-7-84 |
| 9, 22 | Свердел 6,3 ГОСТ 14952-75 | Патрон 10-50-2-100 ГОСТ 26539-85 |
| 10, 23 | Свердел 035-2301-1049 ОСТ2 И20-2-80 | Втулка перехідна 191831072 ТУ2 035-762-80 |
| 11, 24 | Свердел 035-2300-1308 ОСТ2 И20-1-80 | Патрон 191113050 ТУ2 035 490-76 |
| 12, 25 | Зенковка 2353-0135 ГОСТ 14953-80 | Втулка перехідна 191831072 ТУ2 035-762-80 |
| 13, 26 | Мітчик 035-2620-0567 ОСТ2 И52-1-74 | Патрон 191221130 ТУ2 035-681-79 Вставка 191221150/15-2 ТУ2 035-681-79 Тримач 191112051 ТУ2 035-763-80 |
| 14, 27 | Мітчик 035-2620-0546 ОСТ2 И52-1-74 | Патрон 191221130 ТУ2 035-681-79 Вставка 191221150/15 ТУ2 035-681-79 Державка 191112051 ТУ2 035-763-80 |
| 28 | Різець 2142-0407 Т15К6 ГОСТ 9795-84 | Оправка 19142251 ТУ2 035-764-80 |
| 29 | Різець 2142-0383 Т15К6 ГОСТ 9795-84 | Оправка 50-50-426,8 ОСТ2 П14-11-84- |
| 30 | Розгортка 2363-2176 ГОСТ 11175-80 | Оправка 6230-02968 ГОСТ 21233-75 |

Стисла технічна характеристика верстата:

| | |
|--|--|
| 1. Розміри робочої поверхні стола, мм | 500x400 |
| 2. Діаметр поворотної частини стола, мм | 630 |
| 3. Найбільша маса оброблюваної заготовки, кг | 300 |
| 4. Найбільше переміщення столу, мм | |
| | поздовжнє 500 |
| | поперекове 500 |
| | шпindelної головки вертикальне 500 |
| 5. Відстань від осі шпindelю до робочої поверхні стола, мм | 65-555 |
| 6. Відстань від торця шпindelю до центра стола, мм | 230-730 |
| 7. Конус отвору шпindelю ГОСТ 15945-82 | 50 |
| 8. Місткість інструментального магазину | 30 |
| 9. Найбільший діаметр інструмента, що завантажується в магазин, мм | 160 |
| 10. Частота обертання шпindelю, об/хв | 31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 |
| 11. Робочі подачі, мм/хв | 2; 3,5; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 |
| 12. Швидкість швидкого переміщення, мм/хв | 5000 |
| 13. Потужність електродвигуна головного руху, кВт | 4,5 |

Шестизуба кінцева фреза діаметром 50 мм встановлюється по інструментальному конусі М5 ГОСТ 25557-82 у перехідній втулці 50-5 ОСТ2 П12-7-84. Здійснюється однократне фрезерування пласкої поверхні по траєкторії, що наведена на рисунку 2.1

З огляду на, що обробка здійснюється твердосплавними гвинтовими пластинами, із глибиною різання 4,4 мм, подача при однократному фрезеруванні призначається як для чистового в діапазоні 0,3-0,6 мм/об. Попередньо приймаємо 0,05 мм/зуб, оскільки ширина фрезерування на окремих ділянках траєкторії наближається до діаметра фрези (48 мм) і жорсткість системи СНІД недостатньо висока стійкість фрези приймаємо рівною 180 хв.

Рисунок 2.1 – Схема фрезерування торця корпусу букси

Рекомендована швидкість різання визначається по формулі:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} K_v = \frac{145 \cdot 50^{0,44}}{180^{0,37} \cdot 4,4^{0,24} \cdot 0,05^{0,26} \cdot 48^{0,1} \cdot 6^{0,13}} \cdot 1,42 = 138,5 \text{ (м/хв)} \quad (2.9)$$

де C_v – коефіцієнт швидкості різання (145);

D - зовнішній діаметр фрези, мм (50)(

T - стійкість фрези(хв (180)(

t - глибина різання, мм (4,4)(

s_z – подача на зуб фрези, мм/зуб (0,05);

B - ширина фрезерування, мм (48)(

z - кількість зубів (6)(

K_v – загальний поправочний коефіцієнт, визначений по формулі:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{420}\right)^{1,0} \cdot 0,80 \cdot 1 = 1,42 \quad (2.10)$$

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [13. табл.1 с.261-262](

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовлі [13. табл.5](

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента [13. табл.6 с.263].

Розрахункова частота обертання шпинделя визначається по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 138,5}{3,14 \cdot 50} = 82,1 \text{ об/хв} \quad (2.11)$$

По паспорту верстата приймаємо 800 об/хв. Тоді, розрахункова подача для шестиизубої фрези складе 240 мм/хв. По паспорту, найближче більше значення подачі, що не перевищує 5% від розрахункового - 250 мм/хв, а дійсна подача на зуб фрези складе:

$$s_z = \frac{250}{6 \cdot 800} = 0,052 \text{ мм/зуб}$$

Дійсна швидкість різання дорівнює:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 800}{1000} = 125,6 \text{ (м/хв)} \quad (2.12)$$

Головну складову сили різання P_z визначаємо по формулі:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp} =$$

$$= \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 4,4^{0,85} \cdot 0,052 \cdot 48^1 \cdot 6}{50^{0,73} \cdot 800^{-0,13}} \cdot 0,84 = 1594 \text{ (Н)} \quad (2.13)$$

де C_p – коефіцієнт сили різання;

K_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу, визначений по формулі:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,3} = 0,84 \quad (2.14)$$

Ефективна потужність різання з урахуванням фактичної швидкості різання дорівнює:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1594 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 3,27 \text{ кВт.} \quad (2.15)$$

Дане значення не перевищує потужності привода головного руху верстата.

Машинний час на виконання даного переходу визначається по формулі:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_{мин}} = \frac{827}{250} = 3,31 \text{ (хв)} \quad (2.16)$$

де L_{px} – довжина робочої ділянки траєкторії, мм (див. мал. 2.4);

$S_{мин}$ – хвилинна подача на робочій ділянці траєкторії, мм/хв.

Для верстатів з ЧПК до витрат машинного часу включається також допоміжний час, затрачуваний на настановні переміщення по траєкторії (вихід інструмента в точку початку роботи із програми, позиціонування) і зміну інструмента, що залежить від конструктивних особливостей верстата. Для даного переходу приймається $T_e = 0,4$ хв. Таким чином, час автоматичної роботи верстата для першого переходу розглянутої операції складе 3,71 хв.

Розрахунок режимів різання на інші переходи даної операції виконаний табличним способом за методикою, наведеної в [10]. Результати розрахунку й вихідні дані, необхідні для заповнення ОК, наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | ДилюВ, мм | n , об/хв | L_{px} , мм | i , шт. | T_o , хв | T_v , хв |
|-----------------------------|----------|-------------|------------|-----------|-------------|---------------|-----------|------------|------------|
| 1 | 4,4 | 250 | 125,6 | 50 | 800 | 827 | 1 | 3,31 | 0,2 |
| 2 | 3,2 | 800 | 200,9 | 80 | 800 | 430 | 2 | 1,08 | 0,3 |
| 3 | 3,6 | 10 | 52,8 | 420 | 40 | 5,5 | 1 | 0,55 | 0,2 |
| 4 | 5,3 | 40 | 80,2 | 320 | 80 | 293 | 1 | 7,32 | 0,2 |
| 5 | 4,9 | 40 | 102,3 | 326 | 100 | 4,0 | 1 | 0,10 | 0,2 |
| 6 | 3,6 | 800 | 200,9 | 80 | 800 | 600 | 1 | 0,75 | 0,2 |
| 7 | 4,3 | 40 | 104,2 | 83 | 400 | 56 | 1 | 1,40 | 0,2 |
| 8 | 4,9 | 31,5 | 91,0 | 92 | 315 | 4,0 | 1 | 0,13 | 0,2 |
| 9 | 3,2 | 63 | 30,1 | 12 | 800 | 14 | 10 | 2,22 | 0,4 |
| 10 | 8,8 | 70 | 27,5 | 17,5 | 500 | 46 | 8 | 5,26 | 0,3 |
| 11 | 7,0 | 63 | 27,7 | 14 | 630 | 54 | 2 | 1,71 | 0,2 |
| 12 | 2,2 | 31,5 | 35,6 | 18 | 630 | 2,0 | 10 | 0,63 | 0,4 |
| 13 | - | 2,5мм/об | 6,3 | 20 | 100 | 42x2 | 8 | 2,72 | 0,3 |
| 14 | - | 2,0мм/об | 15,8 | 16 | 315 | 56x2 | 2 | 0,36 | 0,3 |
| 15 | 4,4 | 250 | 125,6 | 50 | 800 | 827 | 1 | 3,31 | 0,2 |
| 16 | 3,2 | 800 | 200,9 | 80 | 800 | 430 | 2 | 1,08 | 0,3 |
| 17 | 3,6 | 10 | 52,8 | 420 | 40 | 5,5 | 1 | 0,55 | 0,2 |
| 18 | 4,9 | 40 | 102,3 | 326 | 100 | 4,0 | 1 | 0,10 | 0,2 |
| 19 | 3,6 | 800 | 200,9 | 80 | 800 | 600 | 1 | 0,75 | 0,2 |
| 20 | 4,3 | 40 | 104,2 | 83 | 400 | 56 | 1 | 1,40 | 0,2 |
| 21 | 4,9 | 31,5 | 91,0 | 92 | 315 | 4,0 | 1 | 0,13 | 0,2 |
| 22 | 3,2 | 63 | 30,1 | 12 | 800 | 14 | 10 | 2,22 | 0,4 |
| 23 | 8,8 | 70 | 27,5 | 17,5 | 500 | 46 | 8 | 5,26 | 0,3 |
| 24 | 7,0 | 63 | 27,7 | 14 | 630 | 54 | 2 | 1,71 | 0,2 |
| 25 | 2,2 | 31,5 | 35,6 | 18 | 630 | 2,0 | 10 | 0,63 | 0,4 |
| 26 | - | 2,5мм/об | 6,3 | 20 | 100 | 42x2 | 8 | 2,72 | 0,3 |
| 27 | - | 2,0мм/об | 15,8 | 16 | 315 | 56x2 | 2 | 0,36 | 0,3 |
| 28 | 0,57 | 40 | 316,5 | 320 | 315 | 293 | 1 | 7,33 | 0,2 |
| 29 | 0,85 | 100 | 266,9 | 85 | 1000 | 285 | 1 | 2,85 | 0,2 |
| 30 | 0,3 | 40 | 8,4 | 85 | 31,5 | 200 | 1 | 5,00 | 0,2 |
| Всього часу на операцію, хв | | | | | | | | 62,94 | 7,60 |

Розрахунок технічної норми часу на верстатну операцію виконується по формулі:

$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{отл})}{100} \right], \quad (2.17)$$

де T_o – основний (машинний) час, хв;

T_d – допоміжний час, що складається із часу на установку й зняття деталі, часу, пов'язаного з переходом, часу на виміри, зміну інструмента й зміну режимів різання, хв;

$a_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, % від оперативного ($T_o + T_d$);

$a_{отл}$ – час на відпочинок і особисті потреби, % від оперативного ($T_o + T_d$).

Особливістю нормування операцій механічної обробки на верстатах зі ЧПК є те що основний час і час, пов'язане з переходом, становлять єдину величину T_a – час автоматичної роботи верстата по програмі, що включає по суті як основне, так і допоміжний час. Це видно з формули:

$$T_a = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{хв}} + T_{вха} + T_{ост}, \quad (2.18)$$

де L_i – довжина шляху, який проходить інструмент або деталь в напрямку подачі при обробці i -го технологічної ділянки, мм;

$S_{хв}$ – хвилинна подача на i -тій технологічній ділянці, мм/хв;

n – число технологічних ділянок;

$T_{вха}$ – час на виконання автоматичних допоміжних ходів, хв;

$T_{зуп}$ – час технологічних пауз, хв.

Час допоміжної роботи, що не перекривається часом автоматичної роботи верстата, включає: час на встановлення й зняття деталі ($t_{уст}$); час, що пов'язаний з виконанням операції ($t_{вон}$); неперекритий час на контрольні виміри деталі ($t_{контр}$). Цей час коректується поправочним коефіцієнтом ($k_{сер}$), що залежить від серійності виробництва і визначається по формулі:

$$k_{сер} = 4,17 [(T_a + T_e) \cdot n + T_{пз}]^{-0,216}, \quad (2.19)$$

де n – розмір партії деталей, шт;

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, обумовлений як сума часу на організаційну підготовку робочого місця, встановлення, підготовку й зняття пристроїв; налагодження верстата й інструмента; пробний прохід по програмі.

В цьому випадку формула 6.5 набуває вигляду:

$$T_{ш} = (T_a + T_b \cdot k_{сер}) \cdot \left[1 + \frac{(a_{одс} + a_{отл})}{100} \right] \quad (2.20)$$

Тоді штучно-калькуляційний час на виготовлення однієї деталі розраховується по формулі:

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (2.21)$$

Структурної складові технічної норми часу проектованої операції визначені по [9] і результати розрахунку штучно-калькуляційного часу на виготовлення однієї деталі наведені в таблиці 2.9.

Підготовчо-заключний час визначається як сума часу на налагодження верстата, що залежить від способу установлення деталі й кількості інструментів, що беруть участь в операції, часі, затраченого у випадках роботи з яким-небудь додатковим, що нерегулярно зустрічається в роботі пристосуванням або пристроєм, передбаченим технологічним процесом на операцію, і часу на пробну обробку деталі. Для даної операції воно становить 185 хв і враховує наступні види витрат

- організаційна підготовка високої складності із сімнадцятьма інструментами в налагодженні - 50 хв;
- встановити й зняти пристрій масою до 100 кг- 35 хв;
- установити й зняти інструмент в магазин -17х0,4=6,8 хв;
- набрати програмоносій, виставити 13 коректорів - 15 хв;
- виготовлення пробної деталі – 78,2 хв

Таблиця 2.9

| Структурні складові норми часу | | Значення, хв |
|--------------------------------|---|--------------|
| T_a | Час автоматичної роботи верстата по програмі | 62,94 |
| T_b | Допоміжний час на встановлення та зняття заготовки | 8,3 |
| | Допоміжний час, що пов'язаний з переходами | 7,6 |
| | в тому числі поворот столу на 180° | 0,15 |
| | зміна інструментів поз. 1, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 23, 25, 27 | 20х0,2 |
| | поз. 2, 17, 20, 21 | 8х0,3 |
| | поз. 16, 19 | 4х0,4 |
| | вивести в ІС та запустити програму з пульту | 0,32 |

Продовження таблиці 2.9

| | | | | |
|------------------|--|--|--------|---------|
| T _д | Допоміжний час на контрольні виміри | | 13,92 | |
| | Час, що перекривається | в тому числі: вимірювання штангенциркулем | | |
| | | 1 ро-р 277±0,16, 2 р-ри 265±0,65, | 0,12x3 | |
| | | 2 ро-ри 310±0,65 мм | 0,12x2 | |
| | | контроль шаблоном | | |
| | | радіус 2 мм | | 0,2x4 |
| | | фаска 3,5 мм кутом 45° | | 0,03x4 |
| | | фаска 1,5 мм кутом 45° | | 0,03x20 |
| | | контроль граничними калібрами | | |
| | | Ø320H8, Ø85H8 | | 0,1x2 |
| | | 20 отв. M20-7H | | 0,4x20 |
| 4 отв. M16-7H | | 0,9x4 | | |
| T _{оп} | Оперативний час (62,9+8,3+7,6) | | 93,71 | |
| T _{пз} | Підготовчо-заключний час | | 185 | |
| K _{сер} | Коефіцієнт серійності (ф. 2.19) | | 0,66 | |
| T _{орг} | Час на обслуговування робочого місця, 14% от T _{оп} | | 13,12 | |
| T _{вол} | Час на відпочинок і особисті потреби 4% от T _{оп} | | 3,75 | |
| T _{шт} | Штучний час на виконання операції (ф. 2.20) | | 110,58 | |
| T _{шк} | Штучно-калькуляційний час (ф. 2.21) | | 115,72 | |

Операція 10, Програмна

Операція виконується на верстаті моделі 6904ВМФ2. Заготівка базується в спеціальному пристосуванні по двох отворах діаметрами 319,76 Н10 і 84,41 Н10 мм і торцю. У процесі виконання операції здійснюється обробка заготівлі із трьох сторін з використанням трьох позицій поворотного стола й 12 видів інструментів для виконання 20-і інструментальних переходів. А саме:

Позиція 1

- 1) Фрезерується площина двох торців вушка в розмір 128(0,2 мм;
- 2) Центрується два отвори для наступного свердління отв. Ø22 мм;
- 3) Свердлиться два отвору Ø22^{+0,52} мм;
- 4) Цекуються два отвори діаметром 50^{+0,62} мм;
- 5) Фрезерується паз шириною 32 мм у двох стінках вушка під наступну обробку фасонною фрезою;
- 6) Фрезерується фасонний паз у двох стінках вушка;

7) Фрезерується чотири фаски 5x45(.

Позиція 2

8) – 13) Виконання інструментальних переходів 1-7 із протилежної сторони деталі.

14) Фрезерування двох площин вушка в розмір 165^{+0,63} мм

Позиція 3

15) Фрезерується лиска довжиною 35 мм;

16) Центрується отвір для наступного свердління отвору $\varnothing 16,5$ мм під різьблення M18x1,5-7H;

17) Свердлиться отвір діаметром 16,4^{+0,236} мм глибиною 50 мм;

18) Цекується отвір діаметром 24 мм;

19) Зенкується фаска 2x45(;

20) Нарізується різьблення M18x1,5-7H.

Зведені дані по технологічному оснащенню всіх інструментальних переходів даної операції наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 Технологічне оснащення операції «10, Програмна»

| Перехід | Ріжущий інструмент | Допоміжний інструмент |
|---------|---|---|
| 1, 8 | Фреза 2210-0071 ГОСТ 9304-69 | Оправка 50-27-201,8 ОСТ2 П14-6-84 |
| 2, 9 | Свердел 6,3 ГОСТ 14952-75 | Патрон 10-50-2-100 ГОСТ 26539-85 |
| 3, 10 | Свердел 035-2301-1068 ОСТ2 И20-2-80 | Втулка 50-2 ОСТ2 П12-7-84 |
| 4, 11 | Зенковка 035-2350-0129 ОСТ2 И22-80, <i>mun2</i> | Втулка 50-3 ОСТ2 П12-7-84 |
| 5, 12 | Фреза 035-2223-0106 ОСТ2 И62-2-75, <i>mun2</i> | Втулка 50-4 ОСТ2 П12-7-84 |
| 6, 13 | Фреза конічна спеціальна | Втулка 50-4 ОСТ2 П12-7-84 |
| 7, 14 | Зенковка 035-2353-0137 ГОСТ 14953-80 | Втулка 50-3 ОСТ2 П12-7-84 |
| 15 | Фреза 2223-0506 ГОСТ 20537-75 | Втулка 50-5 ОСТ2 П12-7-84 |
| 16 | Свердел 6,3 ГОСТ 14952-75 | Патрон 10-50-2-100 ГОСТ 26539-85 |
| 17 | Свердел 035-2301-1044 ОСТ2 И20-2-80 | Втулка 50-2 ОСТ2 П12-7-84 |
| 18 | Зенковка 035-2350-0113 ОСТ2 И22-80, <i>mun2</i> | Втулка 50-2 ОСТ2 П12-7-84 |
| 19 | Зенковка 035-2353-0136 ГОСТ 14953-80 | Втулка 50-2 ОСТ2 П12-7-84 |
| 20 | Мітчик 035-2620-0561 ОСТ2 И52-1-74 | Патрон 191221130 ТУ2 035-681-79 Вставка 191221150/15-2 ТУ2 035-681-79 Тримач 191112051 ТУ2 035-763-80 |

Таблиця 2.11 Режими різання та норми часу на виконання операції «10»

| Найменування операції | | | T_o , хв | T_{∂} , хв | $T_{пз}$, хв | $T_{шк}$, хв | $k_{сер.}$ | | |
|-----------------------|----------|-------------|------------|---------------------|---------------|---------------|------------|------------|--------------|
| Програмна | | | 54,56 | 16,2 | 124 | 74,65 | 0,71 | | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | $T_{в}$, хв |
| 1, 8 | 3,6 | 500 | 49,5 | 63 | 250 | 194 | 2 | 0,78 | 0,6 |
| 2, 9 | 3,2 | 63 | 30,1 | 12 | 800 | 14 | 2 | 0,44 | 0,5 |
| 3, 10 | 11 | 63 | 21,8 | 22 | 315 | 136 | 2 | 4,32 | 0,6 |
| 4, 11 | 14 | 25 | 15,7 | 50 | 100 | 2 | 2 | 0,16 | 0,6 |
| 5, 12 | 6 | 100 | 31,7 | 32 | 315 | 85 | 16 | 13,6 | 3,2 |
| 6, 13 | 2 | 80 | 57,8 | 46 | 400 | 85 | 2 | 2,13 | 0,6 |
| 7, 14 | 6 | 63 | 39,6 | 40 | 315 | 80 | 4 | 5,08 | 0,8 |
| 15 | 2 | 250 | 125,6 | 40 | 1000 | 56 | 1 | 0,22 | 0,4 |
| 16 | 3,2 | 63 | 30,1 | 12 | 800 | 14 | 1 | 0,22 | 0,4 |
| 17 | 8,2 | 80 | 20,6 | 16,4 | 400 | 51 | 1 | 0,64 | 0,4 |
| 18 | 4 | 25 | 15,7 | 24 | 100 | 3,2 | 1 | 0,16 | 0,6 |
| 19 | 2,8 | 31,5 | 35,6 | 18 | 630 | 2,5 | 1 | 0,08 | 0,4 |
| 20 | - | 1,5мм/об | 9,04 | 18 | 160 | 26x2 | 1 | 0,22 | 0,4 |

Операція 15 Горизонтально-фрезерувальна

Операція виконується на горизонтально-фрезерувальному верстаті 6Р83. Заготівля базується в спеціальному поворотному пристосуванні по двох отворах діаметрами 319,76 Н10 і 84,41 Н10 мм і торцю.

Здійснюється одночасне фрезерування двох площин вушка набором із двох спеціальних різноспрямованих дискових двосторонніх фрез із вставними ножами із твердого сплаву Т5К10 діаметром 430 мм із 20 зубами (діаметр стандартної аналогічної фрези за ГОСТ 6469-69 315 мм). Фрези встановлюються на оправленні з підтримуючою втулкою 6225-0187 ГОСТ 15068-75 із хвостовиком конічністю 7:24 розміром 50 мм.

Методом торцевого фрезерування одночасно обробляються дві площини букси в розмір $210^{+0,46}$ мм. Глибина різання 4,4 мм (див. табл.2.1). Обробка здійснюється з охолодженням 2-5% емульсією НГЛ-205.

Параметри процесу різання та норми часу наведені в таблиці 2.12

Таблиця 2 12

| Найменування операції | | | | T_o , хв | T_{∂} , хв | $T_{пз}$, хв | $T_{шк}$, хв | $k_{сер.}$ | |
|-----------------------------|----------|-------------|------------|------------------|---------------------|---------------|---------------|------------|--------------|
| Горизонтально-фрезерувальна | | | | 1,98 | 15,6 | 48 | 20,49 | 0,95 | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | $T_{в}$, хв |
| 1 | 6 | 200 | 159,3 | 430 | 118 | 157 | 1 | 0,79 | 0,2 |
| 2 | 6 | 200 | 159,3 | 430 | 118 | 157 | 1 | 0,79 | 0,2 |

Операція 20, Алмазно-розточувальна

Операція виконується на вертикальному оздоблювально-розточувальному верстаті моделі 2776У. Заготівля базується в спеціальному пристосуванні по основному отворі діаметром 85 Н8 мм, торцю й фасонному пазу.

У режимі тонкого розточування здійснюється остаточна обробка отвору діаметром 320F8 мм. Максимально можлива глибина різання - 0,15 мм.. Необхідна якість поверхні Ra 0,8 мкм.

Обробка здійснюється розточувальним різцем 2142-0341 Т30К4 ГОСТ 9795-84 з перетином тримача 40x40 мм, встановленим в оправленні 6300-0718 ГОСТ 21222-75.

Параметри процесу різання та норми часу наведені в таблиці 2.13

Таблиця 2.13

| Найменування операції | | | | T_o , хв | T_{∂} , хв | $T_{пз}$, хв | $T_{шк}$, хв | $k_{сер.}$ | |
|-----------------------|----------|-------------|------------|------------------|---------------------|---------------|---------------|------------|--------------|
| Алмазно-розточувальна | | | | 23,74 | 17,5 | 60 | 41,56 | 0,79 | |
| Номер переходу | t , мм | S , мм/хв | V , м/хв | D або B , мм | n , об/хв | $L_{рх}$, мм | i , шт. | T_o , хв | $T_{в}$, хв |
| 1 | 0,15 | 12,5 | 251,2 | 320 | 250 | 278 | 1 | 22,24 | 1,5 |

3 Спеціальний розділ

3.1 Проектування верстатного пристрою

Виконаємо обґрунтування конструкції й проектно-технологічні розрахунки, необхідні для розробки складального креслення пристрою на горизонтально-фрезерну операцію при виготовленні деталі «Корпус букси».

Дана операція виконується на горизонтально-фрезерувальному верстаті моделі 683, що має розміри стола 420x1600 мм і найбільша відстань від осі шпинделя до поверхні стола 550 мм; найбільша відстань від дзеркала до стола 450 мм. На столі верстата є три Т-Образних пази 22H8 мм для закріплення пристосування болтами. Зміст операції полягає у фрезеруванні двох внутрішніх поверхонь вушок під тягу R215^{+2.4}мм набором дискових двосторонніх фрез; при цьому необхідно витримати розмір 210^{+0.46} мм. Деталь встановлюється на оправлення діаметром 319,7_{-0,089} мм із базуванням по одному з торців, отвору діаметром 319,76^{+0.23} і отвору діаметром 85^{+0.054} мм на зрізаний палець. Схема базування показана на рисунку 3.1.

Рисунок 3.1 - Схема базування деталі

При встановленні деталі в пристосуванні виникає похибка встановлення (ε_y), що складається з похибки базування (ε_b), похибки закріплення (ε_z) і додаткової похибки, пов'язаної із пристосуванням ($\varepsilon_{ін}$) -неточності його виготовлення, неточності встановлення на верстаті, зношування його настановних елементів. Вона визначається по формулі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} \quad (3.1)$$

При проектуванні пристрою повинна виконуватись умова:

$$\varepsilon_y \leq [\varepsilon], \quad (3.2)$$

де $[\varepsilon]$ – допустима величина похибки встановлення деталі, яка визначається за спрощеною формулою:

$$[\varepsilon] = T_\partial - k_y \cdot \Delta_{обр} = 0,46 - 0,8 \cdot 0,1 = 0,38 \text{ мм}, \quad (3.3)$$

де T_∂ – допуск на оброблюваний розмір, $T_\partial = 0,46$ мм;

$\Delta_{обр}$ – середньоекономічна точність прийнятого виду обробки (0,1 мм);

k_y – коефіцієнт запасу (0,6-0,8).

При наявності зазору між оправленням і отвором діаметром 319,76 мм або між зрізаним пальцем і отвором діаметром 85 мм вісь деталі може зміститися вправо або вліво на розмір $\frac{S_{1max}}{2}$ або $\frac{S_{2max}}{2}$. У найгіршому разі зазори в сполученні пальців з отворами максимальні й можуть привести до повороту деталі на кут α . (Рис 3.2).

Рисунок 3.2 - Схема для визначення граничного зсуву (повороту) деталі

Кут повороту деталі при максимальному зміщенні можна визначити за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{1max} + S_{2max}}{2L} = \frac{0,379 + 0,710}{2 \cdot 340} = 0,0016 \quad (3.4)$$

Для даного пристрою величини граничних зазорів відповідно становлять 0,379 и 0,71 мм, $L = 340$ мм. Тоді $\alpha = 0,09^\circ$.

Похибка базування по розміру $210^{+0,46}$ мм з урахуванням повороту деталі визначається по формулі:

$$\varepsilon_b = \frac{S_{1\max}}{\cos\alpha} = \frac{0,379}{\cos 0,09^\circ} = 0,379 \text{ мм.}$$

Напрямок сили затискача перпендикулярно напрямку виконуваного розміру, і вона не викликає зсув конструкторської бази, тому $\varepsilon_z=0$. Вважаючи, що причини, які викликають ε_{in} , вчасно усуваються, при розрахунку похибки встановлення, цією складовою зневажають. Тоді:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_b = 0,379 \text{ мм} < 0,380 \text{ мм.}$$

Умова (3.2) виконується, а значить, проектоване пристосування забезпечує заданий рівень точності.

Визначимо силу, яка необхідна для надійного закріплення заготовки в процесі виконання фрезерування. Схема дії сил у поперечному перерізі заготовки представлена на рисунку 3.3. При фрезеруванні основною складовою сили різання є сила P_z , що утворює крутний момент $M_{кр}$, що прагне повернути заготовку навколо її вісі. Повороту перешкоджає розташований в отворі діаметром 85 мм зрізаний палець, що є слабкою ланкою пристосування, оскільки в процесі роботи можливі його зріз або зминання під дією розтяжного зусилля. Таким чином, сила різання не робить значного впливу на зусилля затискача й ураховується тільки при міцностних розрахунках.

Рисунок 3.3 - Схема дії сил

Силкові механізми повинні бути швидкодіючими й легко керованими, а оскільки для надійного закріплення деталі не потрібні великі сили затискача, то як затискний елемент пристосування, що задовольняє зазначеним вимогам, застосовується торцевий

кулачок. Робочий профіль кулачка обкреслений по архімедяній спіралі, що забезпечує значний лінійний хід, сталість кута підйому й сил затискача.

При куті $\alpha = 8^{\circ}30'$ кулачок самогальмується. Діаметр початкової окружності кулачка визначається по формулі:

$$D = \frac{h}{0,075\pi},$$

де h приймається рівним 1,5 мм. Тоді $D = 6,4$ мм.

Сила затискача одного кулачка розраховується по формулі:

$$P_3 = Q \frac{l}{\rho_{cp}} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha_{cp} + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}, \quad (3.5)$$

де Q – сила, що прикладена до рукоятці, Н;

l – довжина рукоятки, мм;

ρ_{cp} – середнє значення радіуса, мм;

α_{cp} – середній кут під'єму кулачка в точці затиску;

φ, φ_1 – кути тертя ковзання в точці затиску та на вісі кулачка.

В розрахунку приймається: $Q = 150$ Н; $l = 140$ мм; $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,1$; $\alpha_{cp} = 4^{\circ}$; $\rho_{cp} = d/2 = 50/2 = 25$ мм. Тоді:

$$P_3 = 150 \frac{140}{25} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(4^{\circ} + 5,7^{\circ}) + 0,1} = 3100 \text{ Н.}$$

Як перевірочний розрахунок, виконується розрахунок на зріз і зминання зрізаного пальця (фіксатора). Сила P_z розрахована по емпіричній формулі й становить 5349,3 Н.

Умова міцності на зріз має вигляд:

$$\tau = \frac{P}{F_{cp}} = \frac{4P}{\pi d^2} \leq [\tau_{cp}], \quad (3.6)$$

де $d = 30$ мм; $[\tau_{cp}] = (0,75 \div 0,80) [\sigma] = (0,75 \div 0,80) \cdot 420 = (315 \div 336)$ МПа.

$$\tau = \frac{4 \cdot 5349,3}{3,14 \cdot 30^2} = 0,8 \text{ МПа} < [\tau_{cp}].$$

Перевірка на зминання здійснюється за формулою:

$$\sigma = \frac{P}{F_{cp}} = \frac{4P}{d\delta} \leq [\sigma_{cp}], \quad (3.7)$$

де $\delta = 24$ мм; $[\sigma_{cp}] = (1,7 \div 2,2) [\sigma] = (1,7 \div 2,2) \cdot 420 = (714 \div 924)$ МПа.

$$\sigma = \frac{4 \cdot 5349,3}{30 \cdot 24} = 29,7 \text{ МПа} < [\sigma_{cp}]$$

3.2 Проектування контрольного пристрою

З огляду на розміри й конфігурацію деталі, контроль міжосьової відстані $340 \pm 0,7$ мм між отворами діаметром 320 F8 мм і діаметром 85H8 мм, буде здійснюватися двома граничними прохідними калібрами. Ці калібри дозволяють оцінити виріб по ознаці «придатне» або «брак» не встановлюючи дійсного відхилення форми або розташування. Виріб вважається придатним, якщо калібр з'єднується з ним (входить у нього) по всіх контрольованих поверхнях.

Контроль розташування поверхонь калібрами в порівнянні з універсальними засобами виміру є більш продуктивним і простим. Але у зв'язку з різноманіттям їхнього типорозмірів, які залежать від розмірів, конфігурації й допусків контрольованих виробів, знаходять застосування в основному при серійному й масовому виробництвах виробів.

На калібри, призначені для контролю розташування й форми поверхонь (їхніх осей, площин симетрії) розроблений СТ СЭВ 1314-78 «Калібри для контролю розташування поверхонь. Допуски». У ньому встановлені допуски й граничні відхилення калібрів, методика розрахунку їхніх виконавчих розмірів. Ескізи калібрів і формули для розрахунку їх граничних виконавчих розмірів наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

| | |
|--|---|
| | $A_{min} = L - \frac{D_{1min} + D_{2min}}{2} + T_p - \frac{F_1 + F_2}{2}$ |
| | $A_{max} = L - \frac{D_{1min} + D_{2min}}{2} + T_p - \frac{W_1 + W_2}{2}$ |
| | $A_W = L - \frac{D_{1min} + D_{2min}}{2} + T_p$ |
| | $B_{max} = L + \frac{D_{1min} + D_{2min}}{2} - T_p + \frac{F_1 + F_2}{2}$ |
| | $B_{min} = L + \frac{D_{1min} + D_{2min}}{2} - T_p + \frac{W_1 + W_2}{2}$ |
| | $B_W = L + \frac{D_{1min} + D_{2min}}{2} - T_p$ |

Параметри, що входять у розрахункові формули мають наступні значення: позиційний допуск (T_p) дорівнює половині допуску на міжосьову відстань, тобто 0,7 мм; основне відхилення $F=66$ мкм; Допуск на зношування $W=20$ мкм. Підставивши ці дані в розрахункові формули одержимо:

найменші граничні значення виконавчих розмірів нових калібрів-скоб:

$$A_{min} = 340 - \frac{320,062 + 85,0}{2} + 0,7 - 0,066 = 138,103 \text{ (мм)}$$

$$B_{min} = 340 + \frac{320,062 + 85,0}{2} - 0,7 + 0,066 = 541,897 \text{ (мм)}$$

найбільші граничні значення виконавчих розмірів нових калібрів-скоб:

$$A_{max} = 340 - \frac{320,062 + 85,0}{2} + 0,7 - 0,020 = 138,149 \text{ (мм)}$$

$$B_{max} = 340 + \frac{320,062 + 85,0}{2} - 0,7 + 0,020 = 541,851 \text{ (мм)}$$

значення гранично зношених калібрів-скоб:

$$A_w = 340 - \frac{320,062 + 85,0}{2} + 0,7 = 138,169 \text{ (мм)}$$

$$B_w = 340 + \frac{320,062 + 85,0}{2} - 0,7 = 541,831 \text{ (мм)}$$

Висновки

Спроектований технологічний процес механічної обробки заданої деталі дозволяють організувати ефективно її виготовлення в організаційно-технічних умовах серійного виробництва.

Високу гнучкість виробництва забезпечує використання високоавтоматизованих верстатів зі ЧПК. Використання таких верстатів дозволило розробити операції з високою концентрацією інструментальних переходів і зменшити кількість верстатів і організувати багатOVERSTATNE обслуговування. Крім того, зменшується площа цеху й простої обладнання в налагодженні, оскільки розмірне налагодження інструментальних блоків виробляється на окремій ділянці поза верстатами.

Використання спеціальних пристосувань на програмних операціях дозволило застосувати багатопозиційну обробку й забезпечити максимально можливу точність взаємного розташування оброблюваних поверхонь.

Список послань

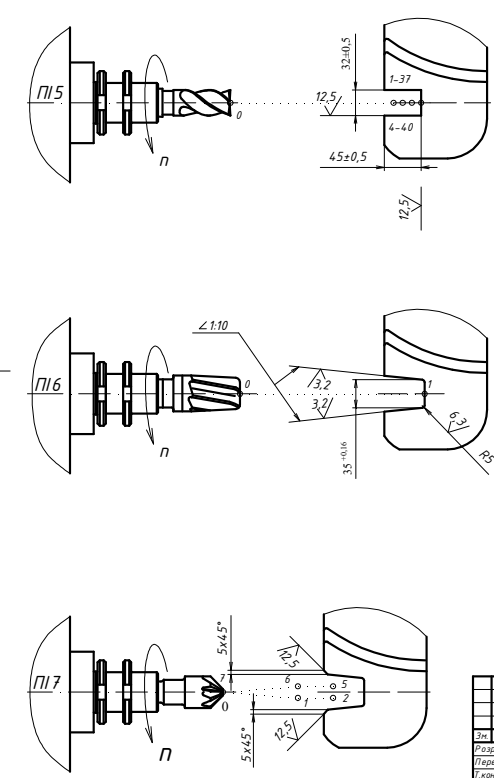
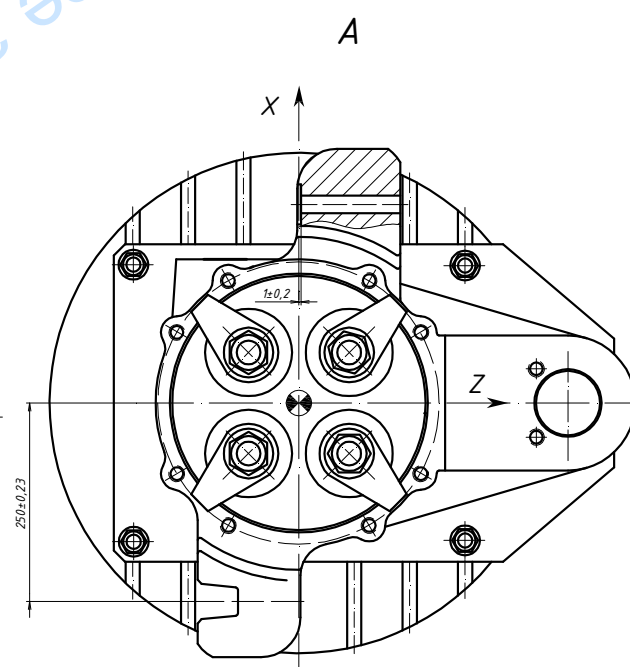
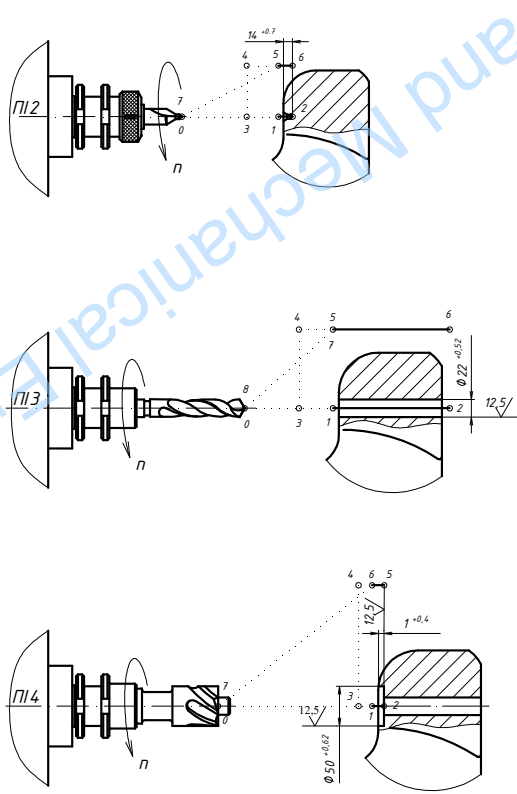
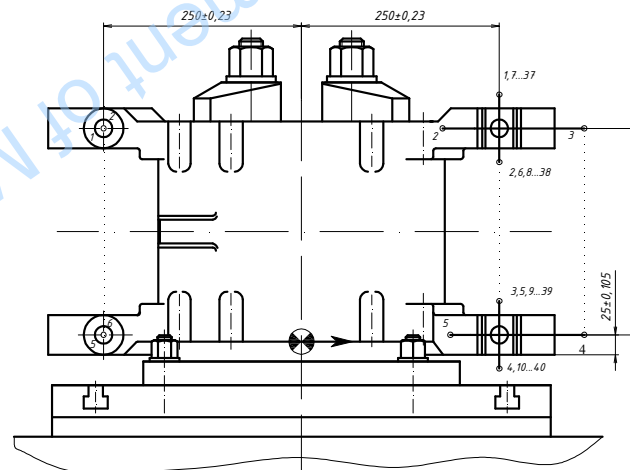
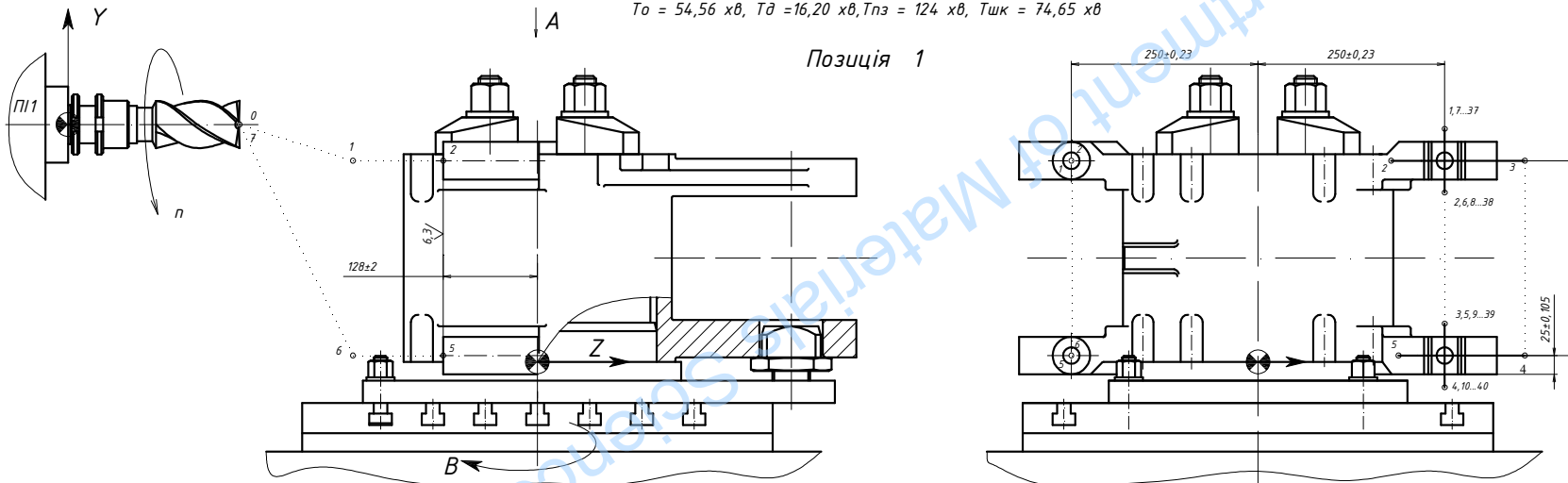
1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. -Минск.: Высшая школа, 1983.
2. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979, 303 с.
3. ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов» Допуск размеров, массы и припуски на механическую обработку
4. Кодирование технологической информации: Справочное пособие/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГУ, 2003.-24с.
5. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.И.Холоша, Ю.Г.Кравченко – Днепропетровск: НГУ, 2004.-34с.
6. Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ Справочник. – М.: Машиностроение, 1983, 359 с.
7. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина – М.:Машиностроение, 1989 –638с.
8. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник / В.С.Самойлов, Э.Ф.Эйхманс, В.А.Фальковский и др. – М.: Машиностроение, 368 с.
9. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988, 736 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимы на работы, выполняемые на металлорежущих станках с ПУ.- М: НИИТруда. 1986.
12. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Под ред. В.И.Баранчикова . - М.: Машиностроение, 1990, 399 с.
13. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев.: Вища школа, 1991
14. Справочник нормировщика / А.В.Ахумов, Б.М.Генкин, Н.Ю.Иванов и др.; Под общ. ред. А.В.Ахумова. – Л.: Машиностроение, 1986, 458 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. Т.1.
16. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г.Кравченко, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГАУ, 2002.-15с.
17. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.А.Гусев, Е.Р.Ковальчук, И.М.Колесов и др.- М.: Машиностроение, 1986, 480 с.

Операция 10 Програмна

Верстат 6904ПМФ2, Размер 2М

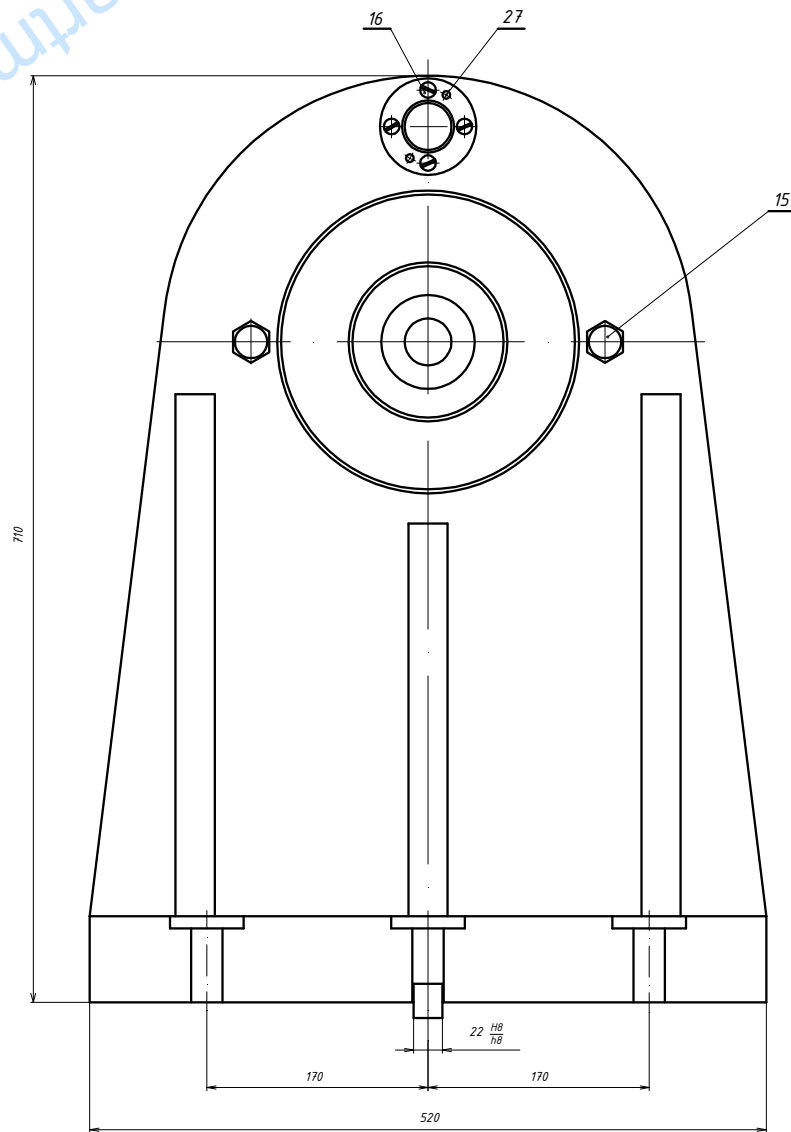
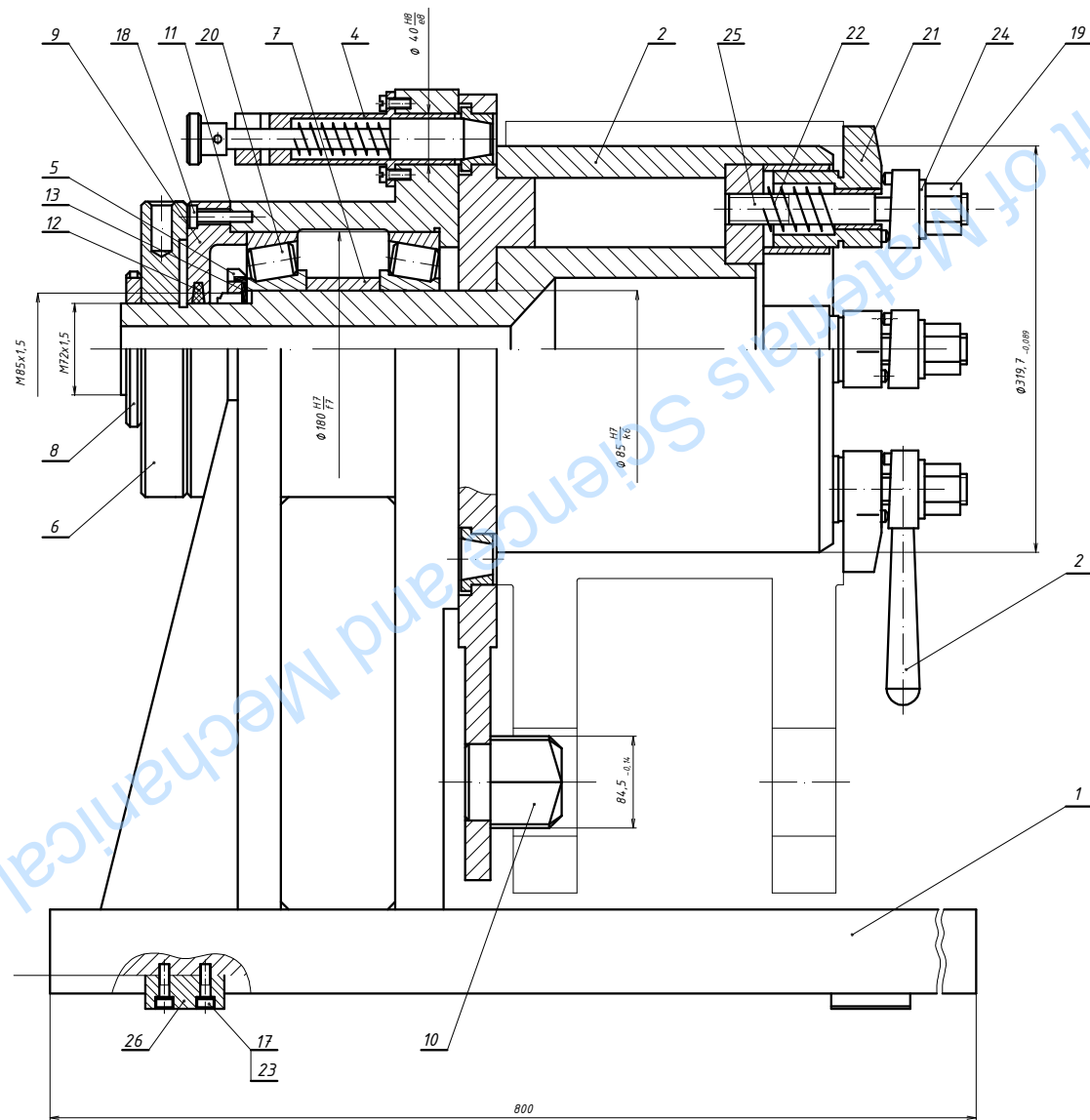
$T_0 = 54,56$ хв, $T_d = 16,20$ хв, $T_{пз} = 124$ хв, $T_{шк} = 74,65$ хв

Позиция 1



| Позиция назначен инструм. | Характеристика инструментального перехода | | | | | |
|---------------------------------|---|---|----------|----------|----------------------|----------------------|
| 1 | Инструмент | Фреза 2210-0071 ГОСТ 9304-69 | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Оправка 50-27-201,8 ОСТ 2 П14-6-84 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 49,5 | 250 | 500 | 0,78 | 0,60 | |
| 2 | Инструмент | Свердел 6,3 ГОСТ 14952-75 | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Патрон 10-50-2-100 ГОСТ 26539-85 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 30,1 | 800 | 63 | 0,44 | 0,50 | |
| 3 | Инструмент | Свердел 035-2301-106В ОСТ 2 И20-2-80 | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Втулка 50-2 ОСТ 2 П12-7-84 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 21,8 | 315 | 63 | 4,32 | 0,60 | |
| 4 | Инструмент | Зенковка 035-2350-0129 ОСТ 2 И22-80, мул2 | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Втулка 50-3 ОСТ 2 П12-7-84 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 15,7 | 100 | 25 | 0,16 | 0,60 | |
| 5 | Инструмент | Фреза 035-2223-0106 ОСТ 2 И62-2-75, мул2 | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Втулка 50-4 ОСТ 2 П12-7-84 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 31,7 | 315 | 100 | 13,6 | 3,20 | |
| 6 | Инструмент | Фреза коничная специальна | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Втулка 50-4 ОСТ 2 П12-7-84 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 57,8 | 400 | 80 | 2,13 | 0,60 | |
| 7 | Инструмент | Зенковка 035-2353-0137 ГОСТ 14953-80 | | | | |
| | Ручка частота | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | | |
| | Оснащение | Втулка 50-3 ОСТ 2 П12-7-84 | | | | |
| | Параметры процессу резания | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв | T _{шк} , хв |
| | 39,6 | 315 | 63 | 5,08 | 0,80 | |

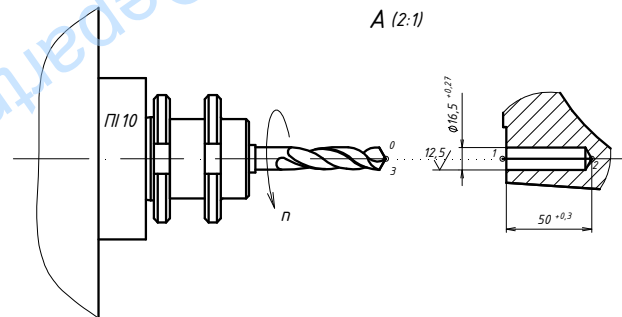
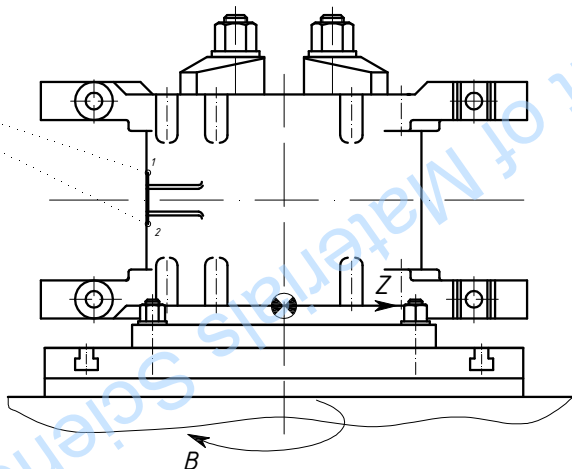
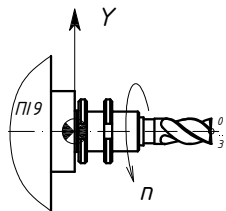
| ТММ.ОПЛБ.20.02.03 | | | | | |
|-------------------|-------------|---------|------|----------|---------|
| Эк. Дир. | № Докум. | Підпис. | Дат. | Лит. | Маса |
| Разр. | Волюк | | | | |
| Проф. | Піджовський | | | | |
| Т.контр. | | | | Архив | Архив 1 |
| Н.контр. | | | | НТУ "ДП" | |
| Зав. | Проц. | | | | |



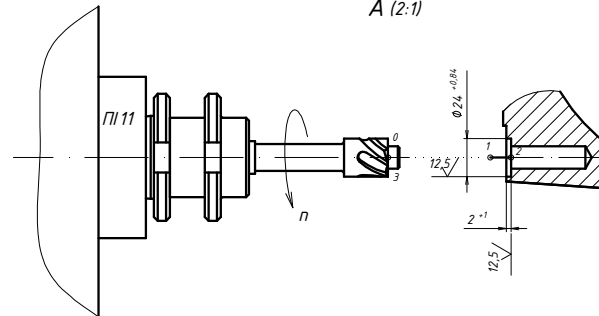
3. Непаралельність вісі настановної поверхньої планшайби 319,7 мм загальної вісі напрямки шпонок не більше 0,040 мм
 4. Регулювання підшипникового вузлу забезпечується підбором товщини деталі поз.11
 5. Підшипникову камеру заповнити мастилом УС1 ГОСТ 1033-73
 6. Поверхні тертя змастити мастилом ЦИАТИМ 203 ГОСТ 8773-73
 4. Надійність закріплення планшайби після затиску упорною гайкою (поз.6) випробувати зусиллям 5500Н, що прикладається на найбільшому діаметрі паншайби.
1. Розміри для довідок
 2. Непаралельність вісі настановної поверхньої планшайби 319,7 мм опорній площині пристрою не більше 0,025 мм на всієї довжині

| ТММ.ОПБ.20.02.04 | | | | | Лист | Маса | Масштаб |
|------------------|--------------|----------|--------|------|---|---------|---------|
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Приспівий спеціальний Складальне креслення | 106 | 1:2 |
| Розроб. | Бойко | | | | | | |
| Перев. | Пилькобський | | | | | | |
| Головр. | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | | Аркуш | Аркушів | 1 |
| Зам. | | | | | НТУ "ДП" | | |

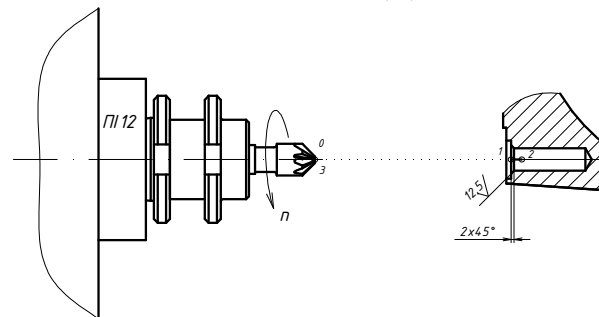
Позиція 3



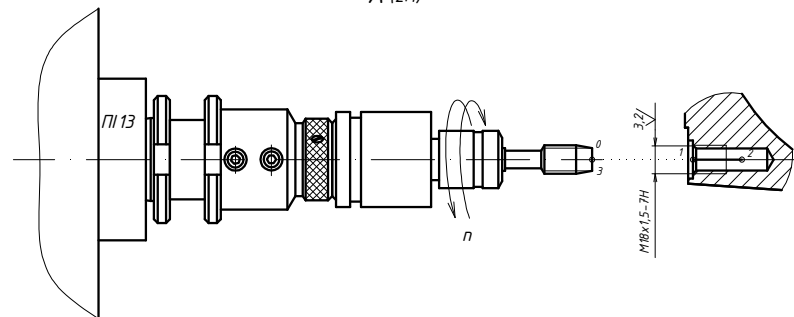
A (2:1)



A (2:1)

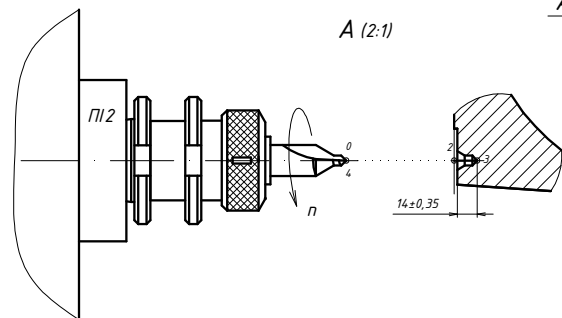
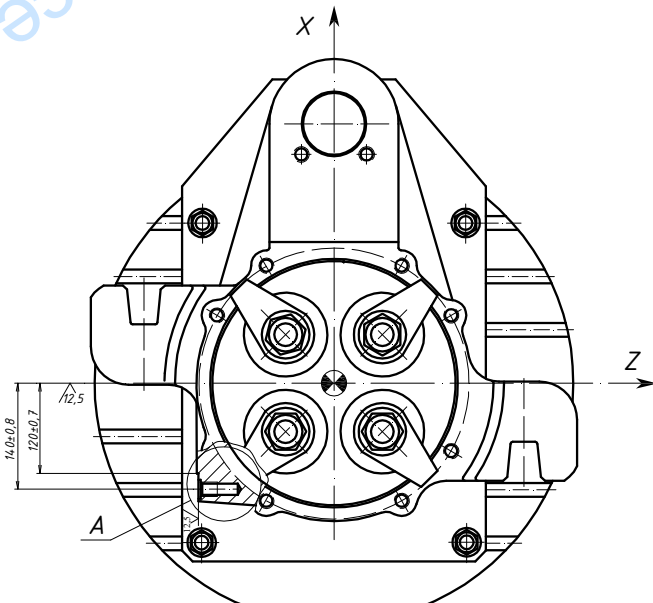


A (2:1)



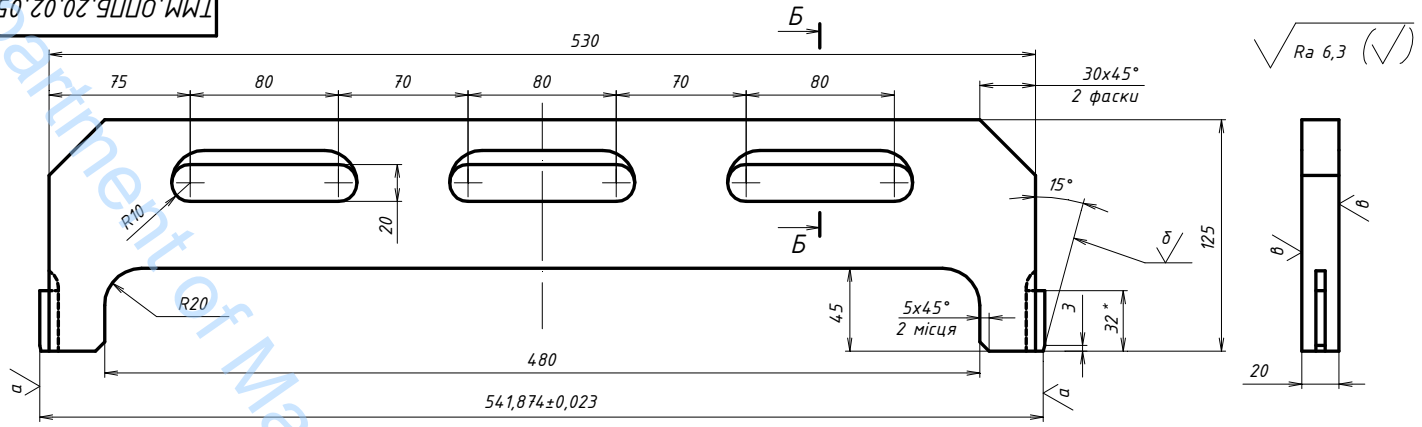
A (2:1)

| Позиція наскрипці інструм. | Характеристика інструментального переходу | | | | |
|----------------------------|---|--|----------|----------|----------------------|
| 9 | Інструмент | Фреза 2223-0506 ГОСТ 20537-75 | | | |
| | Ріжуча частина | Т5К10 ГОСТ 3882-74 | | | |
| | Оснащення | Втулка 50-5 ОСТ 2 П12-7-84 | | | |
| | Параметри процесу різання | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 125,6 | 1000 | 250 | 0,22 |
| 2 | Інструмент | Свердел 6,3 ГОСТ 14952-75 | | | |
| | Ріжуча частина | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | |
| | Оснащення | Патрон 10-50-2-100 ГОСТ 26539-85 | | | |
| | Параметри процесу різання | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 30,1 | 800 | 63 | 0,22 |
| 10 | Інструмент | Свердел 035-2301-1044 ОСТ 2 И20-2-80 | | | |
| | Ріжуча частина | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | |
| | Оснащення | Втулка 50-2 ОСТ 2 П12-7-84 | | | |
| | Параметри процесу різання | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 20,6 | 400 | 80 | 0,64 |
| 11 | Інструмент | Зенковка 035-2350-0113 ОСТ 2 И22-80, тип 2 | | | |
| | Ріжуча частина | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | |
| | Оснащення | Втулка 50-2 ОСТ 2 П12-7-84 | | | |
| | Параметри процесу різання | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 15,7 | 100 | 25 | 0,16 |
| 12 | Інструмент | Зенковка 035-2353-0136 ГОСТ 14953-80 | | | |
| | Ріжуча частина | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | |
| | Оснащення | Втулка 50-2 ОСТ 2 П12-7-84 | | | |
| | Параметри процесу різання | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 35,6 | 630 | 31,5 | 0,08 |
| 13 | Інструмент | Мітчик 035-2620-0561 ОСТ 2 И52-1-74 | | | |
| | Ріжуча частина | Р6М5 ГОСТ 19265-73 | | | |
| | Оснащення | Тримач 19112051 ТУ2 035-763-80 | | | |
| | Параметри процесу різання | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 9,0 | 160 | 1,5 | 0,22 |
| | | Вставка 191221150/15 ТУ2 035-681-79 | | | |
| | | Патрон 191221130 ТУ2 035-681-79 | | | |
| | | V, м/хв | n, об/хв | s, мм/хв | T _{рх} , хв |
| | | 9,0 | 160 | 1,5 | 0,22 |



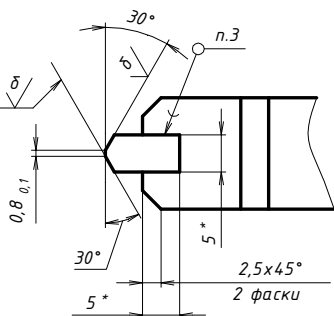
A (2:1)

ТММ.ОППБ.20.02.05

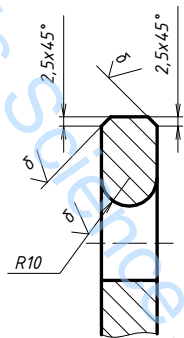


$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)

A (2,5:1)



Б-Б (2:1)

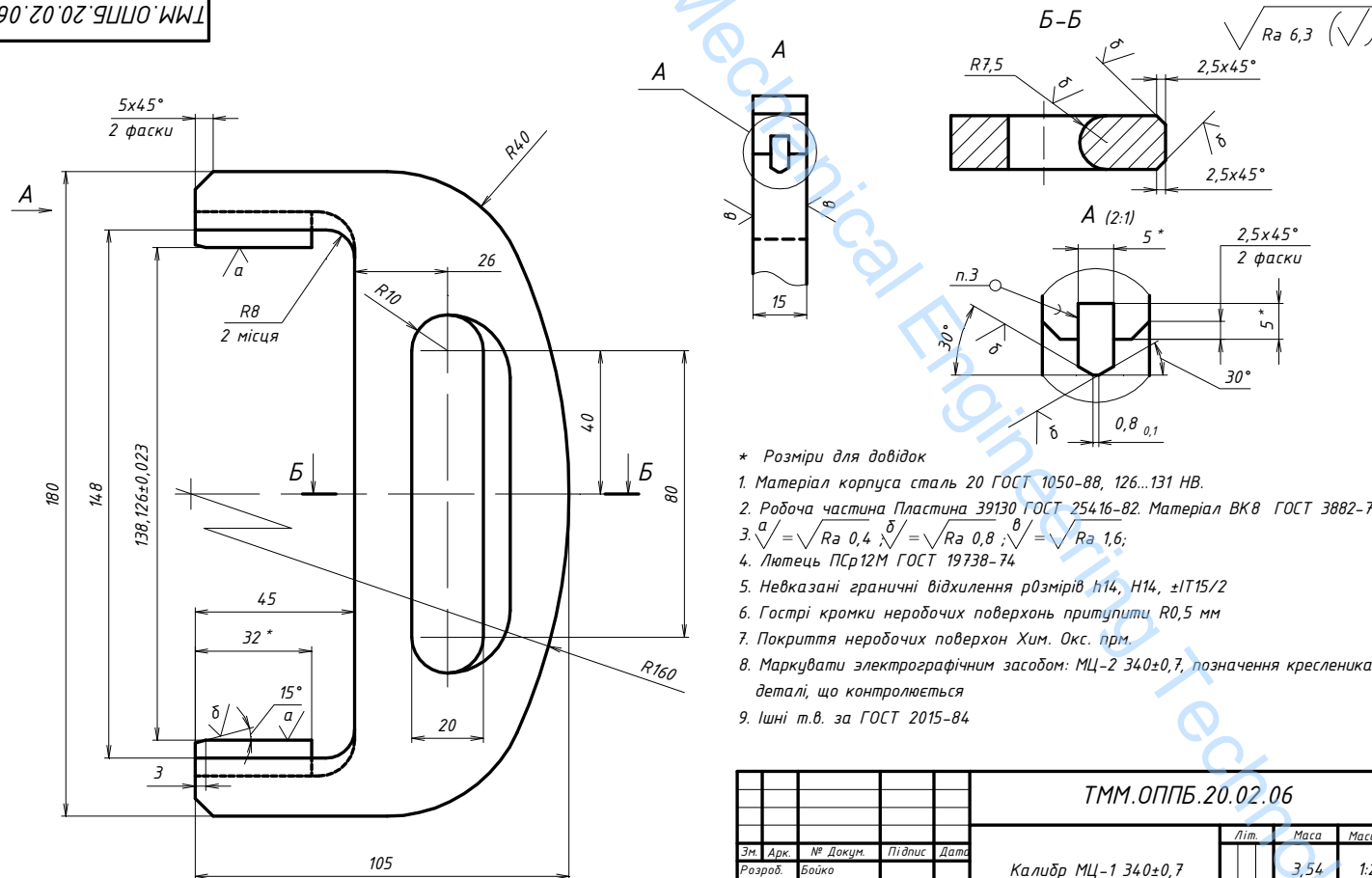


* Розміри для довідок

1. Матеріал корпусу сталь 20 ГОСТ 1050-88, 126...131 НВ.
2. Робоча частина Пластина 39130 ГОСТ 25416-82. Матеріал ВК8 ГОСТ 3882-74
3. $\alpha/\sqrt{Ra\ 0,4}$, $\delta/\sqrt{Ra\ 0,8}$, $\beta/\sqrt{Ra\ 1,6}$;
4. Лютець ПСр12М ГОСТ 19738-74
5. Невказані граничні відхилення розмірів h14, H14, ±IT15/2
6. Гострі кромки неробочих поверхонь притупити R0,5 мм
7. Покриття неробочих поверхонь Хим. Окс. прм.
8. Маркувати електрографічним засобом: МЦ-2 340±0,7, позначення кресленика деталі, що контролюється
9. Інші т.в. за ГОСТ 2015-84

| ТММ.ОППБ.20.02.05 | | | | Лит. | Маса | Масшт. |
|-------------------|--------------|--------|------|---------------------|----------|--------|
| Зм. Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | Калибр МЦ-2 340±0,7 | 3,54 | 1:2 |
| Розроб. | Бойко | | | | | |
| Перев. | Піньковський | | | | | |
| Т.контр. | | | | | | |
| Н.контр. | | | | див. Т.Т. | НТУ "ДП" | |
| Затв. | Проців | | | | | |

ТММ.ОППБ.20.02.06



$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (✓)

* Розміри для довідок

1. Матеріал корпусу сталь 20 ГОСТ 1050-88, 126...131 НВ.
2. Робоча частина Пластина 39130 ГОСТ 25416-82. Матеріал ВК8 ГОСТ 3882-74
3. $\alpha/\sqrt{Ra\ 0,4}$, $\delta/\sqrt{Ra\ 0,8}$, $\beta/\sqrt{Ra\ 1,6}$;
4. Лютець ПСр12М ГОСТ 19738-74
5. Невказані граничні відхилення розмірів h14, H14, ±IT15/2
6. Гострі кромки неробочих поверхонь притупити R0,5 мм
7. Покриття неробочих поверхонь Хим. Окс. прм.
8. Маркувати електрографічним засобом: МЦ-2 340±0,7, позначення кресленика деталі, що контролюється
9. Інші т.в. за ГОСТ 2015-84

| ТММ.ОППБ.20.02.06 | | | | Лит. | Маса | Масшт. |
|-------------------|--------------|--------|------|---------------------|----------|--------|
| Зм. Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | Калибр МЦ-1 340±0,7 | 3,54 | 1:2 |
| Розроб. | Бойко | | | | | |
| Перев. | Піньковський | | | | | |
| Т.контр. | | | | | | |
| Н.контр. | | | | див. Т.Т. | НТУ "ДП" | |
| Затв. | Проців | | | | | |

| Формат | Поз. | Зона | Позначення | Найменування | Кіл. | Примітки |
|--------|------|------|-------------------------|----------------------------|------|----------|
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A3 | | | TMM.ОППБ.20.02.04.СК | Складальне креслення | | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | |
| A4 | 1 | | TMM.ОППБ.20.02.04-01 | Корпус | 1 | |
| A4 | 2 | | TMM.ОППБ.20.02.04-02 | Кулачок торцевий | 4 | |
| A4 | 3 | | TMM.ОППБ.20.20.04-03 | Планшайба | 1 | |
| A4 | 4 | | TMM.ОППБ.20.20.04-04 | Фіксатор | 1 | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| б/к | 5 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-01 | Гайка М85х1,5 | 1 | |
| б/к | 6 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-02 | Гайка упорна | 1 | |
| б/к | 7 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-03 | Кільце розпорне | 1 | |
| б/к | 8 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-04 | Контргайка М72х1,5 | 1 | |
| б/к | 9 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-05 | Кришка | 1 | |
| б/к | 10 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-06 | Палець наставний | 1 | |
| б/к | 11 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-07 | Прокладка набірна | 1 | |
| б/к | 12 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-08 | Ущільнювач | 1 | |
| б/к | 12 | | TMM.ОППБ.20.02.04-00-09 | Шайба | 1 | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | |
| | 15 | | | Болт М20х70 ГОСТ 7808-70 | 2 | |
| | 16 | | | Гвинт М6х16 ГОСТ 1491-80 | 4 | |
| | 17 | | | Гвинт М8х40 ГОСТ 11738-80 | 4 | |
| | 18 | | | Гвинт М8х30 ГОСТ 11738-80 | 8 | |
| | 19 | | | Гайка М24х1,5 ГОСТ 5927-80 | 4 | |
| | 20 | | | Підшипник 7520 ГОСТ 33-79 | 2 | |

TMM.ОППБ.20.02.04

| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
|----------|------|--------------|--------|----------|
| Розроб. | | Бойко | | 15.06.20 |
| Керів. | | Піньковський | | |
| Н.контр. | | | | |
| Затв. | | Проців | | |

Пристрій спеціальний

| Лім | Аркуш | Аркушів |
|----------|-------|---------|
| | 1 | 2 |
| НТУ «ДП» | | |

Додаток А

| | Позначення | Найменування | Кіл. аркуш | Примітки |
|----|----------------------|---------------------------------|------------|-----------|
| | | <u>Документація</u> | | |
| A4 | TMM.ОППБ.20.02.00 ПЗ | Пояснювальна записка | 41 | |
| A4 | 02070743.01140.01302 | Комплект техдокументації | 27 | |
| | | Презентаційні матеріали | | Е-файл |
| | | <u>Графічні матеріали</u> | | |
| A1 | TMM.ОППБ20.02.01 | Корпус букси | 1 | РК |
| A1 | TMM.ОППБ20.02.02 | Корпус букси (Заготівка) | 1 | РК |
| *) | TMM.ОППБ20.02.03 | Налагодження технологічне оп.10 | 2 | *) A1, A1 |
| A2 | TMM.ОППБ20.02.04 | Пристрів спеціальний | 1 | |
| A3 | TMM.ОППБ20.02.05 | Калібр МЦ-2 340±0,7 | 1 | |
| A3 | TMM.ОППБ20.02.06 | Калібр МЦ-1 340±0,7 | 1 | |

TMM.ОППБ.20.02.00

| № Докум. | Підпис | Дата |
|--------------|--------------------|----------|
| Бойко | <i>[Signature]</i> | 15.06.17 |
| Піньковський | <i>[Signature]</i> | |
| Проців | <i>[Signature]</i> | |

Відомість матеріалів
кваліфікаційної роботи

| Літ | Аркуш | Аркушів |
|-----|-------|---------|
| | | 1 |

НТУ «ДП»

