

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет хімічної інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *бакалавр*

спеціальності *131 Прикладна механіка*

на тему «**Розробка технології виготовлення деталі “Піввісь переднього ведучого мосту” з річною програмою 14 тис. шт.»**»

Виконав: студент групи ІМ - 151

Загорський Д.В.
(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Керівник Шевченко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент Сергієнко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Севєродонецьк - 2019

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота за темою «Розробка технології виготовлення деталі «Піввісь переднього ведучого мосту» з річною програмою 14000 шт.»: 70 с., 5 табл., 28 рис., 20 джерел.

ПІВВІСЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ БАЗИ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РІЗУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРИСТОСУВАННЯ, ВЕРСТАТ.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Піввісь переднього ведучого мосту» з річною програмою 14000 шт.

Метою дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

Методи дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

У технологічному розділі роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

У конструкторському розділі дипломної роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування призначене для нарізування шліців на деталі "Піввісь переднього ведучого моста" у серійному виробництві на зубофрезерному верстаті моделі 5E32.

В організаційному розділі виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

У розділі охорони праці розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Піввісь переднього ведучого мосту» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

ЗМІСТ

	стор.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	4
ВСТУП	5
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 Призначення і особливості конструкції деталі	6
1.2 Матеріал деталі і його властивості	6
1.3 Аналіз вимог до точності і шорсткості	7
1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі	9
1.5 Вибір виду і метода отримання заготовки	10
1.6 Маршрутний опис перспективного технологічного процесу	12
1.7 Вибір технологічних баз	13
1.8 Вибір ріжучого інструменту	14
1.9 Операційний опис перспективного технологічного процесу	15
1.10 Розрахунок режимів різання	24
2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	43
2.1 Проектування шліцефрезерного пристосування	43
3 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	50
3.1 Визначення норм часу і режимів різання	50
3.2 Організація робочого місця верстатника	58
4 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ	61
4.1 Охорона праці при роботі на ділянці з механічної обробки деталей	61
4.2 Техніка безпеки. Загальні положення	64
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	68
ДОДАТКИ	70

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

HB – твердість за Бринелем

HV – твердість за Вікерсом

HRC – твердість за Роквелом

k – постійна Больцмана, Дж/К

$\omega_{кр}$ – критичне значення пошкоженості

σ_m - межа плинності приконтаткних шарів тіла, що зношується

J_h – інтенсивність зносу, мм³/км

ρ - щільність інструментального матеріалу, кг/м³

σ_T - межа плинності інструментального матеріалу, МПа

T – температура, К

δ – відносна деформація зразка, %

σ_s - напруга плинності, МПа

σ_b – границя міцності, МПа

σ_t – границя текучості, МПа

$\sigma_{0,2}$ – умовна границя текучості, МПа

σ_{-1} – границя втоми, МПа

ψ – відносне звуження, %

μ - коефіцієнт Пуасона

ВСТУП

Основним напрямом підвищення продуктивності праці і зниження собівартості виготовлення деталей, вузлів і машин є розвиток технології обробки. Це здійснюється, передусім, за рахунок точності виготовлення заготовок. Чим ближче заготовка до форми готової деталі, тим менше припуск на деталі, менше треба часу для виготовлення готової деталі, менше витрати на силову енергію і таке інше. Скорочується кількість операцій, що веде за собою зменшення кількості верстатів, робітників, інструменту.

Практичному, широкому застосуванню прогресивних типів технологічних процесів оснащення і устаткування, засобів механізації і автоматизації, сприяє єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), що забезпечує для усіх підприємств і організацій системний підхід оптимізації вибору методів і засобів технологічної підготовки виробництва.

Метою виконання дипломної роботи є демонстрація знань і навичок, отриманих в ході навчання в університеті.

В ході дипломного проектування розроблено абсолютно новий технологічний процес, який кардинально відрізняється від базового. Основна відмінність - застосування прогресивного обладнання та ріжучого інструменту, що дозволило забезпечити високу концентрацію переходів технологічного процесу, призначити високопродуктивні режими обробки.

Розробка перспективного технологічного процесу необхідна, так як в базовому виробництві застосовується застаріле обладнання радянського виробництва - це обладнання не дозволяє провести переналагодження виробництва на випуск нової продукції в найкоротші терміни. На обладнанні, що застосовується в перспективному технологічному процесі можна одночасно виготовляти кілька різних деталей із застосуванням стандартних пристосувань і різального інструменту без переналагодження.

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення і особливості конструкції деталі

Піввісь переднього ведучого мосту передає крутний момент з головної передачі карданными шарнірами рівних кутових швидкостей на колісний редуктор і на провідне колесо (переднє колесо).

Дана деталь застосовується в механізмі переднього моста колісної машини. Передній міст - комплекс вузлів або окремий агрегат шасі колісної машини, що з'єднує між собою передні колеса однієї осі і є опорою передньої частини машини. За допомогою підвіски міст кріпиться до рами машини або до її несучого кузову.

Конструкція переднього моста залежить від типу застосовуваної підвіски. При залежній ресорній підвісці він має передню вісь у вигляді жорсткої невідресореної балки, на якій встановлюються маточини коліс. При незалежній підвісці передня вісь відсутня і основою переднього моста служить несуча поперечина, до якої шарнірно кріпляться важелі, що коливаються. У автомобілів підвищеної прохідності провідним, поряд із заднім мостом, є передній міст. При такій конструкції несуча балка переднього моста жорстко з'єднана з картером головної передачі.

1.2 Матеріал деталі і його властивості

Матеріал деталі: Сталь 20Х2Н4А ГОСТ 4543-71.

Класифікація: сталь конструкційна легована високоякісна хромонікелева.

Замінники: Сталь 20ХГНР, Сталь 15ХН2ТА, Сталь 20ХГНТР.

Питома вага: 7850 кг/м.

Призначення: шестерні, вали, черв'яки, кулачкові муфти, поршневі пальці і ін. цементовані деталі, до яких пред'являються вимоги високої міцності, пластичності і в'язкості серцевини і високої поверхневої твердості, що працюють під дією ударних навантажень і при негативних температурах.

Хімічний склад: Вуглець (С): 0,16 – 0,22%; Кремній (Si): 0,17 – 0,37%; Мідь (Cu): не більше 0,3%; Марганець (Mn): 0,3 – 0,6%; Нікель (Ni): 3,25 – 3,65%;

Фосфор (P): не більше 0,025%; Сірка (S): не більше 0,025%; Хром (Cr): 1,25 – 1,65%.

Механічні властивості прутка наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості прутка

Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ _{сер.}	НRC _{пов.}
Гартування 860 °С, мастило. Гартування 780 °С, мастило. Відпуск 180 °С, повітря або мастило.							
15	1080	1270	9	45	78		
Цементация 900–920 °С. Гартування 780–810 °С, мастило. Відпуск 180–200 °С, повітря.							
50	1050	1220	12	45	118	360	57 – 64

Технологічні властивості:

Термообробка: Загартування і відпуск.

Температура кування, °С: початку 1200, кінця 800. Перетини до 100 мм охолоджуються на повітрі, 101-350 мм в ямі.

Твердість матеріалу: НВ 10 = 269 МПа.

Температура критичних точок, °С: $A_{c1}=710$, A_{c3} (A_{cT})=800, $A_{r1}=640$.

Оброблюваність різанням: після нормалізації і відпуску при НВ 259 і $\sigma_B=880$ МПа, $K_{в.тв.спл.}=0,72$ і $K_{в.бр.ст.}=0,63$.

Зварюваність матеріалу: важкозварювальний.

Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом, ЕШС. Необхідні підігрів і подальша термообробка.

Флокеночутливість матеріалу: чутливий.

Схильність до відпускнуї крихкості: малосхильний.

1.3 Аналіз вимог до точності та шорсткості

Аналіз вимог до точності та шорсткості представлений в таблиці 1.2 [1].

Таблиця 1.2 - Аналіз вимог точності і шорсткості

Розмір, мм	Шорсткість Ra, мкм	Квалітет	Стадії обробки
529 справа 17±0,35 зліва	12,5	14	Фрезерування торцевою фрезею: чорнове
4±0,5 зліва	25 12,5	16 14	Фрезерування циліндричною фрезею: чорнове напівчистове
80d11 зверху і знизу	12,5 6,3 2,5	14 11 11	Фрезерування торцевою фрезею: чорнове напівчистове чистове
Ø60H8	12,5 3,2 1,25	14 11 8	Свердління Зенкування Розгортання
111 зверху і знизу Похилі площини 15°	12,5	14	Фрезерування торцевою фрезею: чорнове
Похилі площини 30°	12,5 6,3	14 12	Фрезерування торцевою фрезею: чорнове напівчистове
4±0,5 справа	25 12,5	16 14	Точіння з поперечною подачею: чорнове напівчистове
Ø45h14	25 12,5 3,2	16 14 14	Точіння з поздовжньою подачею: чорнове напівчистове чистове
Ø94,5h13	25 12,5 12,5	16 14 13	Точіння з поздовжньою подачею: чорнове напівчистове чистове
Ø54,5h12 R50 2 спряження	25 6,3 3,2	16 14 12	Точіння з поздовжньою подачею: чорнове напівчистове чистове
Ø58h6	25 6,3 3,2 1,25	16 14 12 6	Точіння з поздовжньою подачею: чорнове напівчистове чистове Шліфування кругле: чистове
Отвір Ø11H14	6,3	14	Сверлування
Різь М10-7H	3,2	7	Нарізування різі мітчиком
Шліци 55×2,5×10d	3,2	9	Фрезерування черв'ячною фрезею

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Під технологічністю деталі розуміють властивості виробу, що визначаються її здатністю до досягнення оптимальних витрат при експлуатації і ремонті для заданих показників якості обсягу випуску і умов виконання роботи.

Технологічність деталі залежить від типу виробництва, технологічного процесу, обладнання, оснащення, умов роботи деталі у виробі і умов ремонту.

У даній деталі використані стандартні і уніфіковані елементи: фаски, циліндричні поверхні, зовнішні зубчасті поверхні, їх розміри належать до ряду стандартних розмірів, а номінальні допуски на розміри призначені згідно квалітетам. Це говорить нам про технологічність цієї деталі і значить що, для обробки даної деталі буде використаний раціональний технологічний процес з можливістю застосування універсальних методів отримання потрібної точності і шорсткості.

Дана деталь не має поверхонь, важкодоступних для обробки. Всі поверхні можна обробити стандартним ріжучим інструментом, тому з конструктивної точки зору дана деталь є технологічною.

Кількісна оцінка технологічності конструкції виробу:

Показник технологічності по точності поверхонь визначається за формулою:

$$K_m = 1 - \frac{5}{T_{cp}}, \quad (1.1)$$

де K_m – коефіцієнт технологічності по точності поверхонь, T_{cp} – середня точність поверхонь деталі, визначається за формулою :

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}. \quad (1.2)$$

$$T_{cp} = \frac{14 \cdot 22 + 13 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 11 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{28} = 13,04.$$

$$K_m = 1 - \frac{5}{13,04} = 0,62 < 0,64.$$

З точки зору точності поверхонь деталь нетехнологічна.

Показник технологічності за якістю поверхневого шару визначається за формулою:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i n_i}{\sum n_i}, \quad (1.3)$$

де Ra_{cp} – середній показник за якістю поверхневого шару.

$$Ra_{cp} = \frac{1,25 \cdot 4 + 2,5 \cdot 2 + 3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 1 + 12,5 \cdot 17}{28} = 8,63 < 10.$$

З точки зору якості поверхневого шару деталь нетехнологічна.

Показник технологічності за ступенем уніфікації поверхонь визначається за формулою:

$$K_y = \frac{N_y}{N}, \quad (1.4)$$

де K_y – коефіцієнт уніфікації, N_y – кількість уніфікованих поверхонь, N – загальна кількість поверхонь.

27 уніфікованих поверхонь, 1 неуніфікована поверхня.

Всього поверхонь – 28.

$$K_y = \frac{27}{28} = 0,96 > 0,5.$$

З точки зору уніфікації, деталь є технологічною.

1.5 Вибір виду та методу одержання заготовки

Як заготовки в базовому варіанті технологічного процесу застосовується поковка, що отримується методом вільного кування. Цей тип заготовки характеризується простотою форми, великими припусками під обробку, маленьким коефіцієнтом використання металу, низькою точністю і невисокою продуктивністю. Маса базової заготовки становить 25,9 кг, маса деталі 9,8 кг, коефіцієнт використання металу 0,38. Велика частина металу (16,1 кг), при даній заготовці, йде на стружку, з цього слід застосовувати інший, більш прогресивний метод отримання заготовки.

Гаряче об'ємне штампування в багато разів продуктивніше вільного кування, а одержувані при цьому заготовки відрізняються більш високою точністю розмірів, гарною якістю поверхні, мінімальними припусками, що знижує

трудомісткість обробки в механічних цехах. До недоліків цього способу штампування слід віднести порівняно високу вартість штампів і відносно невелику масу одержуваних поковок (зазвичай не більше 200 ... 300 кг). Тому економічно доцільно гаряче об'ємне штампування застосовувати для виготовлення складних за формою заготовок відповідальних деталей машин в умовах серійного і масового виробництва, коли порівняно швидко окупаються витрати на виготовлення штампів. Для серійного типу виробництва - штампування типу диск, отримане в результаті гарячого об'ємного штампування на кривошипному горячештамповочному пресі.

Розрахунок заготовки-штамповки здійснюємо згідно ГОСТ 7505-89, після чого результати заносимо в таблицю 1.3.

Клас точності: Т3;

Група сталі: М3;

Розрахунковий коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки:

$$K_p = 1,4;$$

Розрахункова маса поковки: $M_{n.p} = M_{\partial} K_p = 9,8 \cdot 1,4 = 13,72(\text{кг})$;

Фігура, в яку вписується поковка: циліндр $D = 117 \text{ мм} = 0,117 \text{ м}$,
 $L = 622 \text{ мм} = 0,622 \text{ м}$;

Маса фігури: $G_{\phi} = \frac{\pi D^2}{4} H \rho = \frac{3,14 \cdot 0,117^2}{4} \cdot 0,622 \cdot 7850 = 52,47 \text{ (кг)}$;

Відношення маси поковки до маси фігури: $G_n / G_{\phi} = \frac{13,72}{52,47} = 0,26$;

Ступінь складності: С3;

Конфігурація поверхні роз'єму штампа: П - плоска;

Вихідний індекс: 15;

Коефіцієнт використання металу: $K_{ум} = \frac{M_{\partial}}{M_{n.p}} = \frac{9,8}{13,72} = 0,71$;

Штампувальні ухили на зовнішніх поверхнях 1° , на внутрішніх поверхнях 2° ;

Радіуси заокруглень не менше 4 мм;

Зсув по поверхні рознімання штампа не більше 0,8 мм;

Додаткові припуски, що враховують:

- зміщення по поверхні роз'єму штампа: 0,3 мм;
- відхилення від площинності: 0,6 мм.

Наскрізний отвір діаметром 60 мм на заготовці наскрізь не прошивати, так як товщина в місці пробивання більше діаметра. Замість наскрізного отвору на заготовці виконуються намітки з глибиною 0,4 діаметра.

Таблиця 1.3 - Розрахунок розмірів заготовки

Розмір деталі, мм	Шорсткість Ra, мкм	Припуск, мм	Розмір штамповки, мм	Допуск, мм
Довжина 592 зліва і справа	12,5	$2,6 + 0,3 + 0,6 = 3,5$	$592 + 3,5 \cdot 2 = 599$ приймаємо 600	+3,3 -1,3
Довжина 80 злева	3,2	$2,3 + 0,3 + 0,6 = 3,2$	$80 + 3,2 = 83,2$ приймаємо 84	+2,1 -1,1
Довжина 60 справа	3,2	$2,3 + 0,3 + 0,6 = 3,2$	$60 + 3,2 = 63,2$ приймаємо 64	+2,1 -1,1
Товщина 80	2,5	$2,3 + 0,3 + 0,6 = 3,2$	$80 + 3,2 \cdot 2 = 86,4$ приймаємо 88	+2,4 -1,2
Товщина 111	12,5	$2 + 0,3 + 0,6 = 2,9$	$111 + 2,9 \cdot 2 = 116,8$ приймаємо 118	+2,4 -1,2
Товщина 4	12,5	$1,7 + 0,3 + 0,6 = 2,6$	$4 + 2,6 \cdot 2 = 9,2$ приймаємо 10	+1,8 -1,0
Діаметр отвору 60	1,25	$2,5 + 0,3 = 2,8$	$60 - 2,8 \cdot 2 = 54,4$ приймаємо 54	+1,1 -2,1
Діаметр 94,5	12,5	$1,9 + 0,3 = 2,2$	$94,5 + 2,2 \cdot 2 = 98,9$ приймаємо 100	+2,1 -1,1
Діаметр 58	1,25	$2,5 + 0,3 = 2,8$	$58 + 2,8 \cdot 2 = 63,6$ приймаємо 64	+2,1 -1,1
Діаметр 45	3,2	$2,3 + 0,3 = 2,6$	$45 + 2,6 \cdot 2 = 50,2$ приймаємо 52	+2,1 -1,1
Діаметр 54,5	3,2	$2,3 + 0,3 = 2,6$	$54,5 + 2,6 \cdot 2 = 59,7$ приймаємо 60	+2,1 -1,1
Глибина позначок для отвору	-	-	$0,4 \cdot 60 = 24$	+1,0 -1,8

1.6 Маршрутний опис перспективного технологічного процесу

У таблиці 1.4 наведено маршрут перспективного технологічного процесу виготовлення деталі «Піввісь переднього ведучого моста», розробленого в ході переддипломної практики.

Таблиця 1.4 - Маршрутний опис перспективного технологічного процесу

№ операції	Код операції	Назва операції	Обладнання
000	2171	Заготовча	КГШП
005	0260	Вхідний контроль	Пліта контрольна
010	4269	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний напівавтомат 2Г942.00
015	4233	Токарна з ЧПУ	Токарний верстат з ЧПУ DMC DL 25
020	4237	Комплексна на обробних центрах з ЧПУ	Токарно-фрезерний обробний центр Victor X-200
025	4233	Токарна з ЧПУ	Токарний верстат з ЧПУ DMC DL 25
030	4233	Токарна з ЧПУ	Токарний верстат з ЧПУ DMC DL 25
035	4153	Зубофрезерна	Зубофрезерний напівавтомат 53В30П
040	5121	Термічна	-
045	4131	Шліфувальна з ЧПУ	Круглошліфувальний верстат з ЧПУ MKS1332
050	0260	Контроль заключний	Пліта контрольна

1.7 Вибір технологічних баз

При виборі базових поверхонь потрібно враховувати, що чорнова база використовується при обробці деталі тільки один раз, при виконанні першої операції. Всі наступні операції і установки деталі повинні здійснюватися тільки на оброблених базуючих поверхнях. Для забезпечення точності орієнтування і надійності закріплення деталі в пристосуванні чорнова і чистові бази повинні мати: достатні розміри; більш високу ступінь точності і найменшу шорсткість поверхні.

Від призначення технологічних баз в значній мірі залежать точність взаємного розташування оброблюваних поверхонь. При виборі технологічних баз керуємося принципом єдності і сталості баз.

Як чорнові бази приймаємо циліндричну поверхню діаметром 45 мм і торець з боку скоби.

Як чистові бази на різних операціях використовуються торці, центрові отвори, циліндричні поверхні діаметром 58 мм і 54 мм, площини і такі, що описують скобу, оброблені на чорнових та напівчистових операціях.

1.8 Вибір різального інструменту

У таблиці 1.5 наведено весь асортимент ріжучого інструменту, що застосовується в технологічному процесі, що розробляється.

Таблиця 1.5 - Перелік застосовуваного різального інструменту

№ операції	Код операції	Застосовуваний різальний інструмент
010	4269	Фреза для обробки прямокутних уступів CoroMill® Century RA590-125J38S-11M; Свердло центрувальне типу В 2317-0168 ГОСТ 14952-75
015	4233	Різцева головка T-Max P C5-PCLNL-35060-16HP
020	4237	Перехідник від HSK до Coromant Capto® C5-390.410-63 090C; Фреза для обробки прямокутних уступів CoroMill® Century R590-063C5-11M; Свердло зі змінними пластинами CoroDrill® 880 880-D5600C5-03; Фреза для обробки прямокутних уступів CoroMill® Century RA590-125J38S-11M; Фреза для обробки прямокутних уступів CoroMill® 490 490-032C5-08M; Чорновий розточувальний інструмент CoroBore® 820 820-63CC09-C5; Чистовий розточувальний інструмент CoroBore® 825 825-70TC11-C5; Торцева фреза CoroMill® 345 345-050C5-13H; Свердло центрувальне типу В 2317-0168 ГОСТ 14952-75
025	4233	Різцева головка CoroTurn 107 C5-SVJBL-35060-16HP
030	4233	Різцева головка T-Max® P C5-PSSNL-35050-15; Твердосплавне свердло CoroDrill® 460 460.1-0840-042A1-XM GC34; Твердосплавне свердло CoroDrill® 460 460.1-1100-055A1-XM GC34; Метчик зі спіральним підточуванням CoroTap™ 200 EP09PM10
035	4153	Фреза черв'ячна модульна 2510-4018 АА ГОСТ 9324-80
045	4131	Круг типу 1 150x50x20 ГОСТ 2424-83 2А 40 СМ2 6-5 К

1.9 Операційний опис перспективного технологічного процесу

Операція 000 Заготовча (рис. 1.1):

1. Штампувати заготовку.

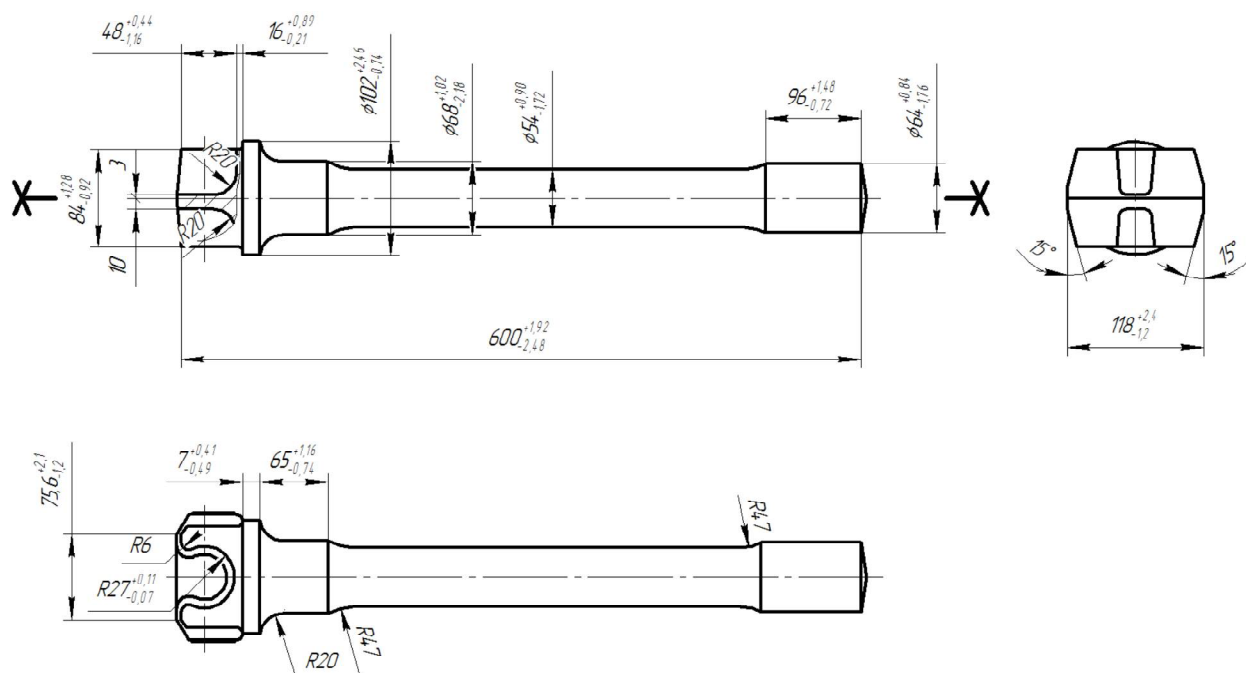


Рисунок 1.1 - Операція 000 Заготовча

Операція 005 Вхідний контроль:

1. Перевірити придатність заготовки документації, що супроводжує її.

Операція 010 Фрезерно-центрувальна (рис. 1.2):

А. Встановити та закріпити деталь.

1. Фрезерувати торці 1 і 2 одночасно.

Б. Змінити інструмент.

2. Центрувати торець 1.

В. Розкріпити і зняти деталь.

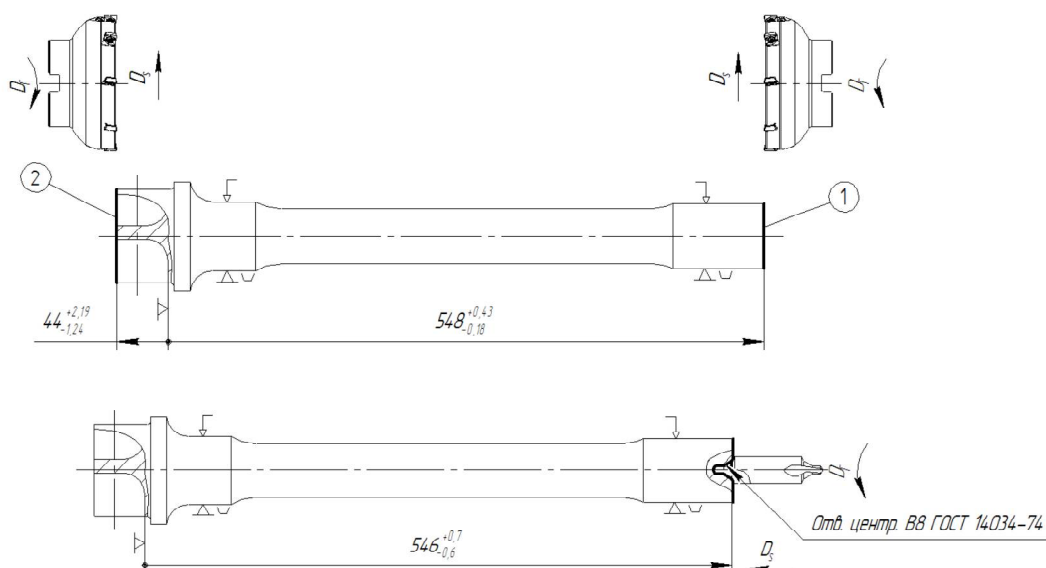


Рисунок 1.2 - Операція 010 Фрезерно-центрувальна

Операція 015 Токарна з ЧПУ (рис. 1.3):

А. Встановити і закріпити деталь.

1. Точити поверхні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 по програмі 0-10.

Б. Розкріпити і зняти деталь.

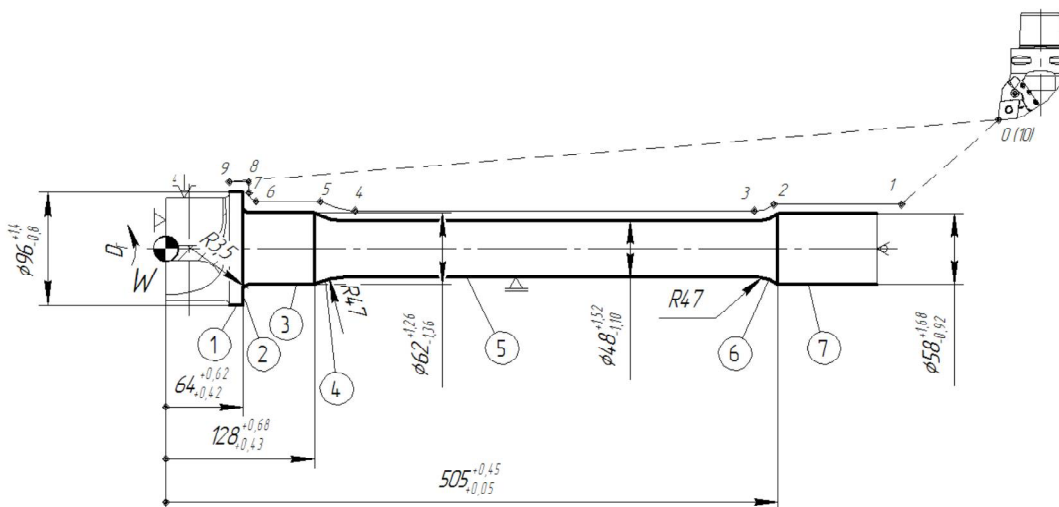


Рисунок 1.3 - Операція 015 Токарна з ЧПУ

Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ:

А. Встановити і закріпити деталь.

1. Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 по програмі 0-5 (рис. 1.4).

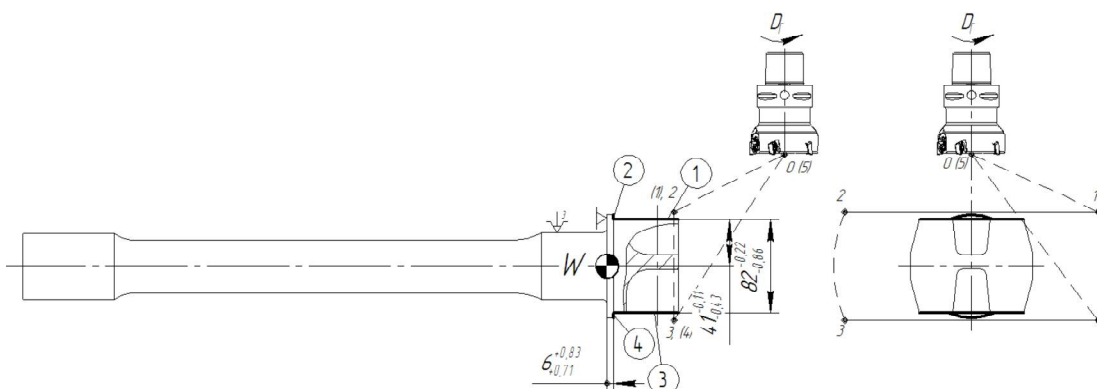


Рисунок 1.4 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ А

Б. Повернути деталь на 90^0 .

2. Фрезерувати поверхні 5 і 6 по програмі 0-5 (рис. 1.5).

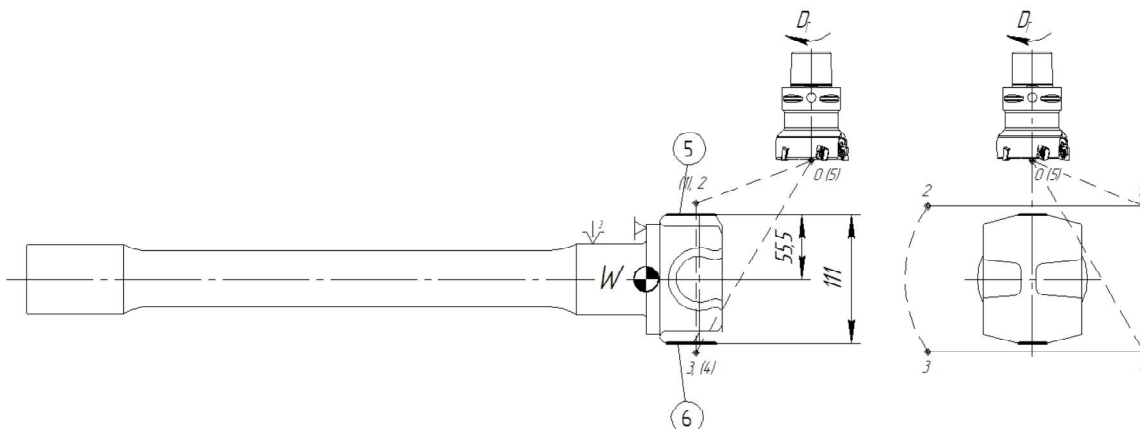


Рисунок 1.5 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Б

В. Повернути деталь на 15° .

3. Фрезерувати поверхні 7 і 8 по програмі 0-5 (рис. 1.6).

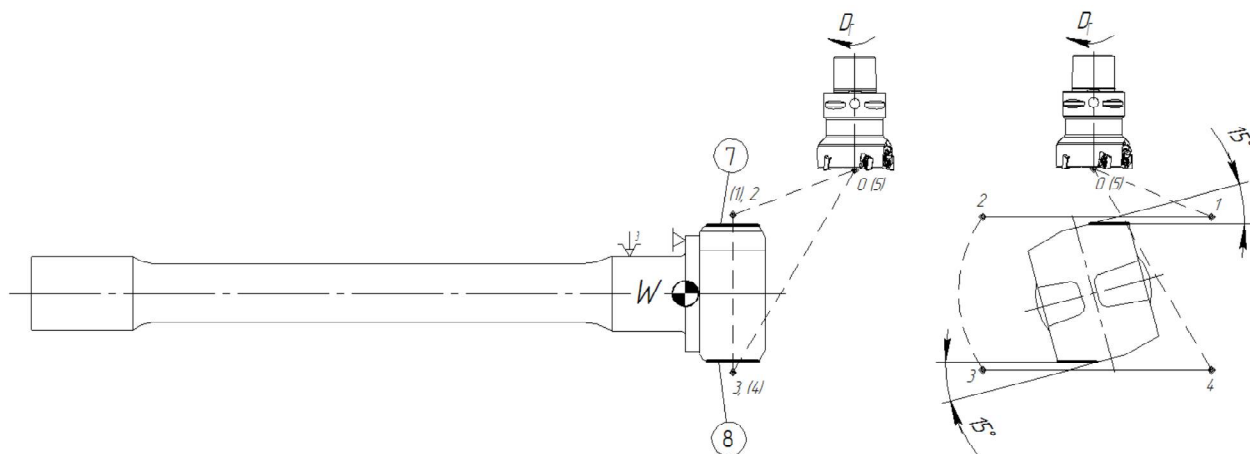


Рисунок 1.6 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ В

Г. Повернути деталь на -30° .

4. Фрезерувати поверхні 9 і 10 по програмі 0-5 (рис. 1.7).

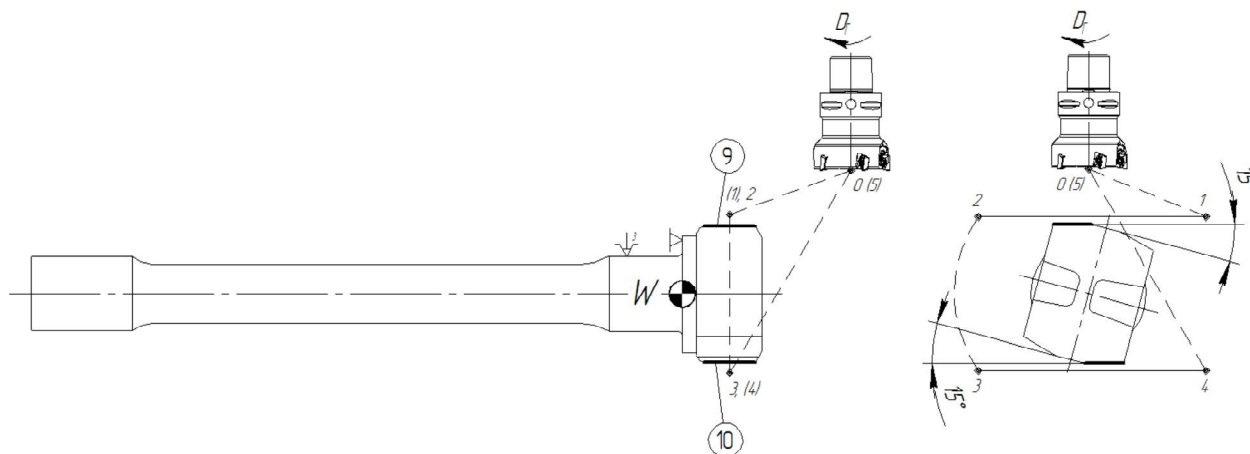


Рисунок 1.7 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Г

Д. Змінити інструмент.

Е. Повернути деталь на -75° .

5. Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 по програмі 0-5 (рис. 1.8).

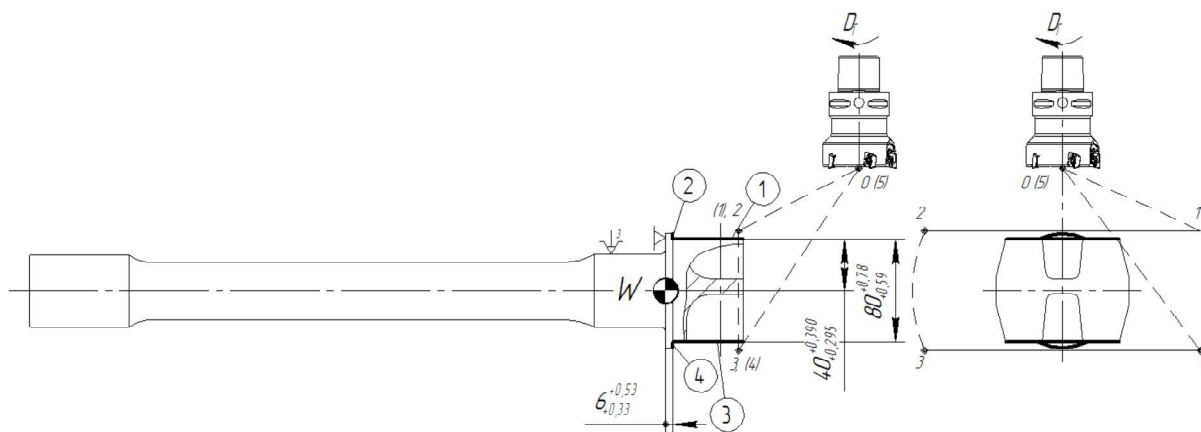


Рисунок 1.8 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Е

Ж. Змінити інструмент.

6. Розсвердлити отвір 11 по програмі 0-4 (рис. 1.9).

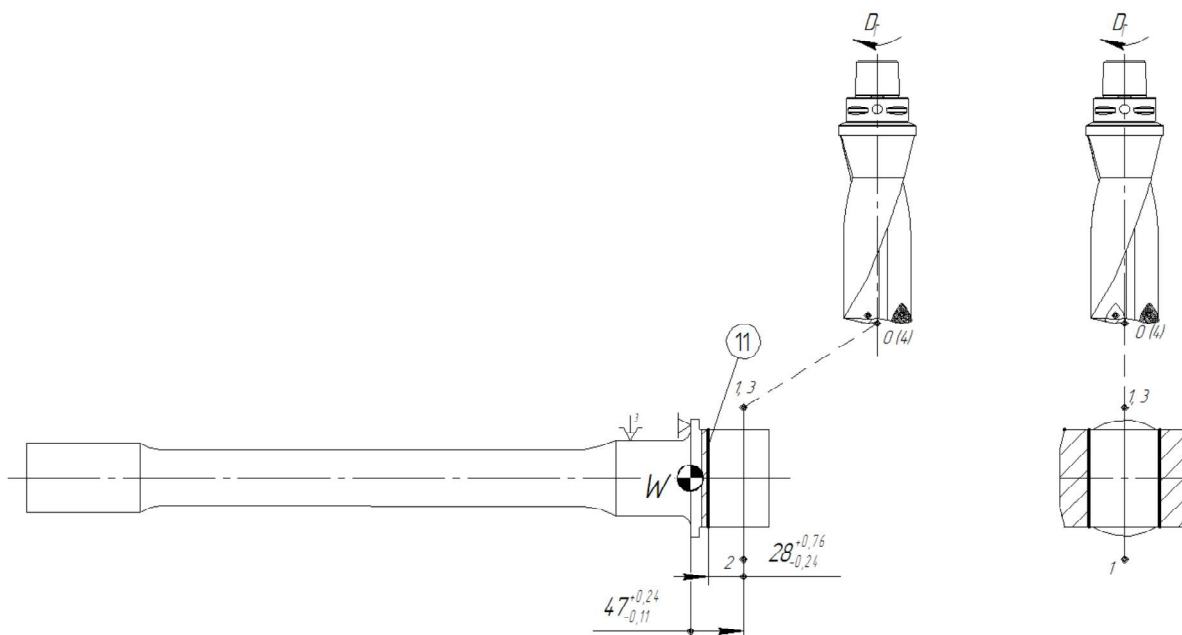


Рисунок 1.9 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Е

З. Змінити інструмент.

І. Повернути інструментальний шпиндель на 90° .

7. Фрезерувати поверхні 12 і 13 одночасно по програмі 0-3 (рис. 1.10).

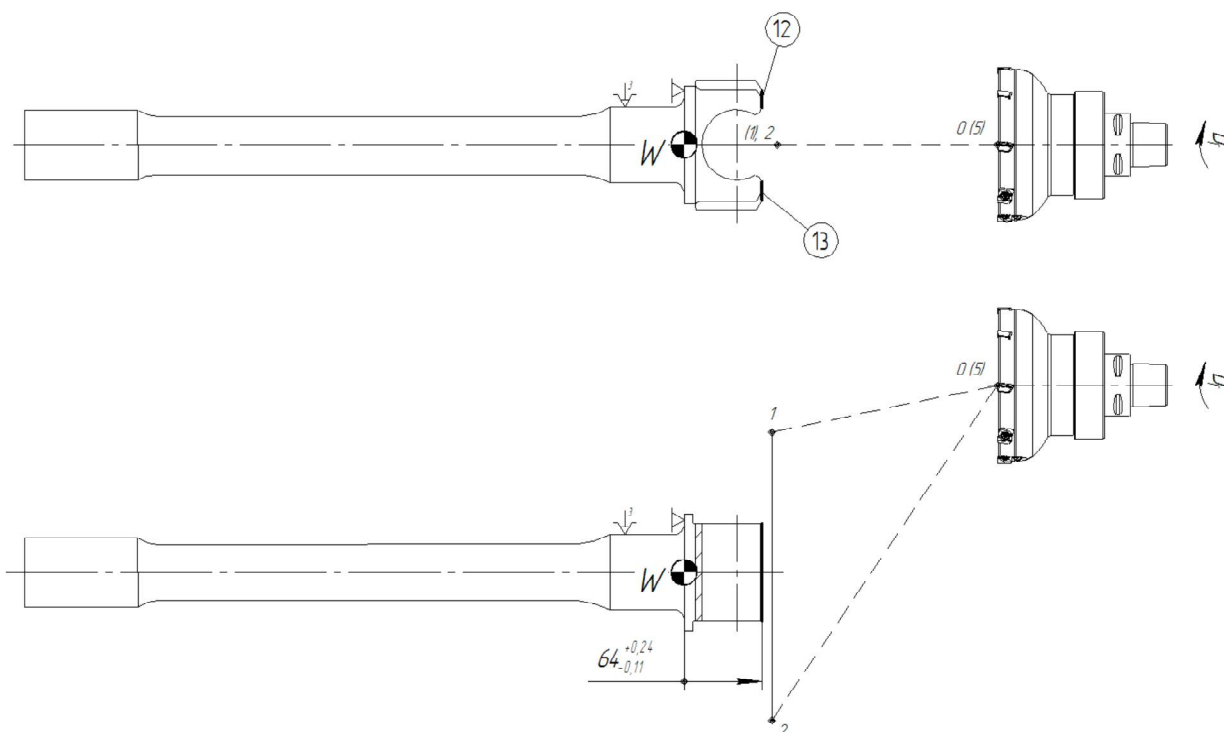


Рисунок 1.10 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ І

К. Повернути інструментальний шпиндель у вихідне положення.

Л. Змінити інструмент.

М. Повернути інструментальний шпиндель на 60° .

8. Фрезерувати поверхні 14, 15, 16, 17 по програмі 0-9 (рис. 1.11).

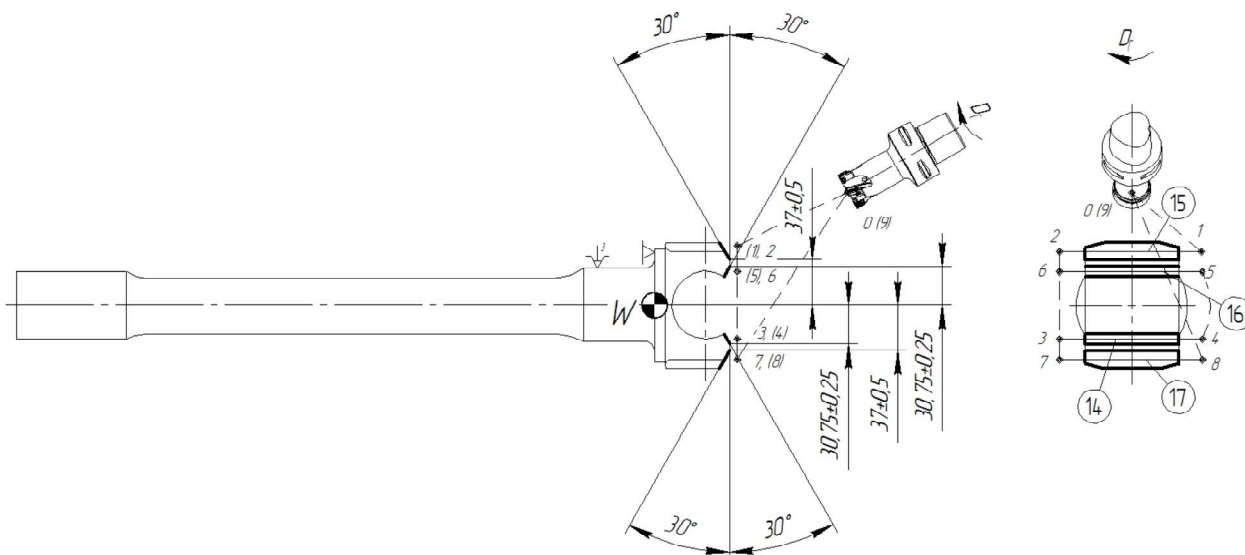


Рисунок 1.11 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ М

Н. Повернути інструментальний шпиндель у вихідне положення.

О. Змінити інструмент.

9. Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 по програмі 0-5 (рис. 1.12).

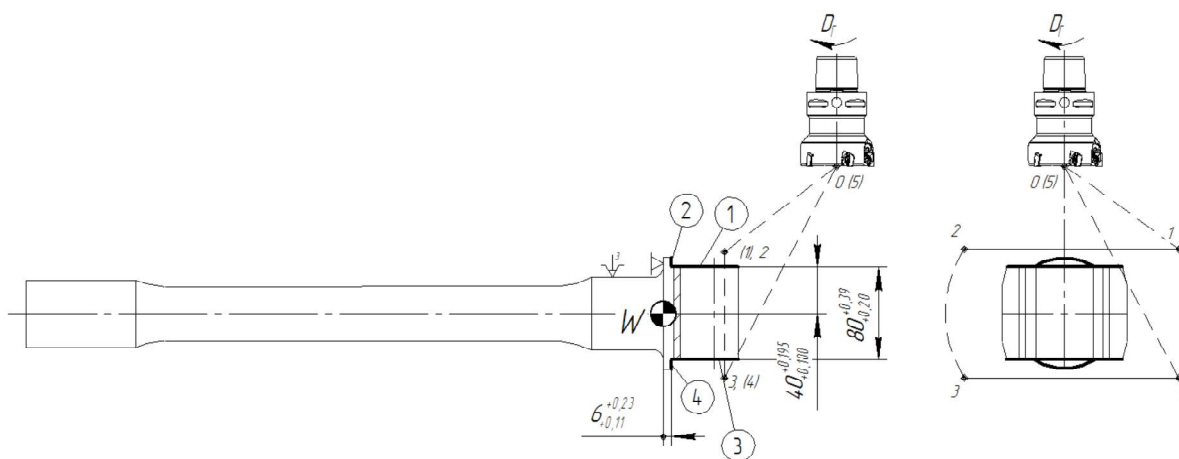


Рисунок 1.12 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Н

П. Змінити інструмент.

10. Розточити отвір 11 по програмі 0-4 (рис. 1.13).

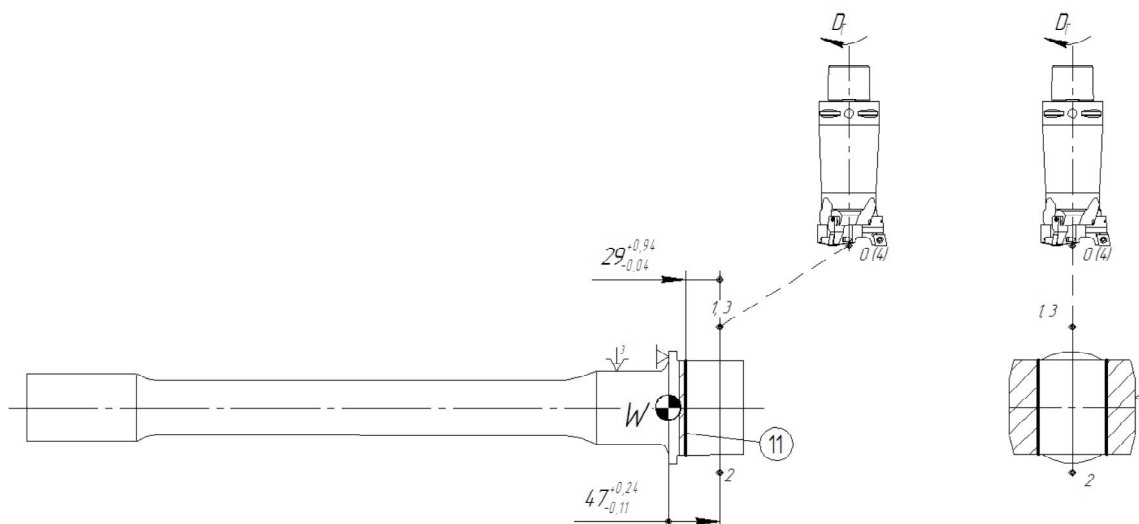


Рисунок 1.13 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ П

Р. Змінити інструмент.

11. Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 по програмі 0-5 (рис. 1.14).

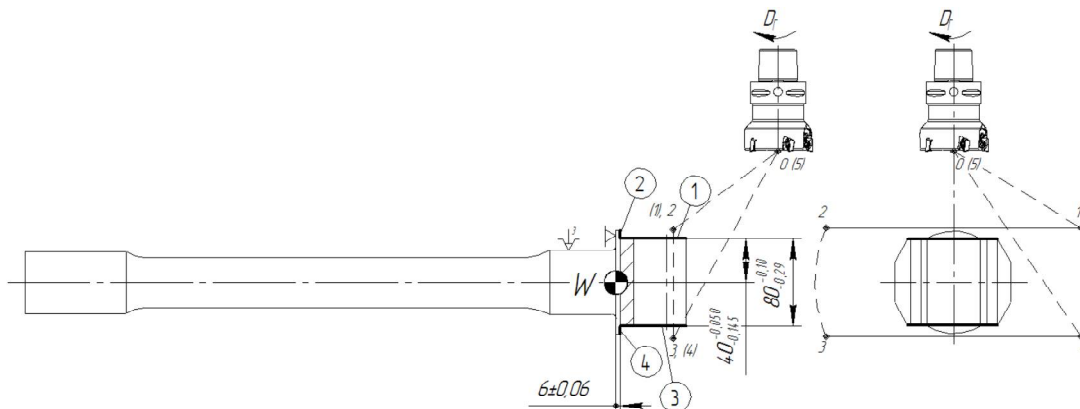


Рисунок 1.14 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Р

С. Змінити інструмент.

12. Розточити отвір 11 на чисто по програмі 0-4 (рис. 1.15).

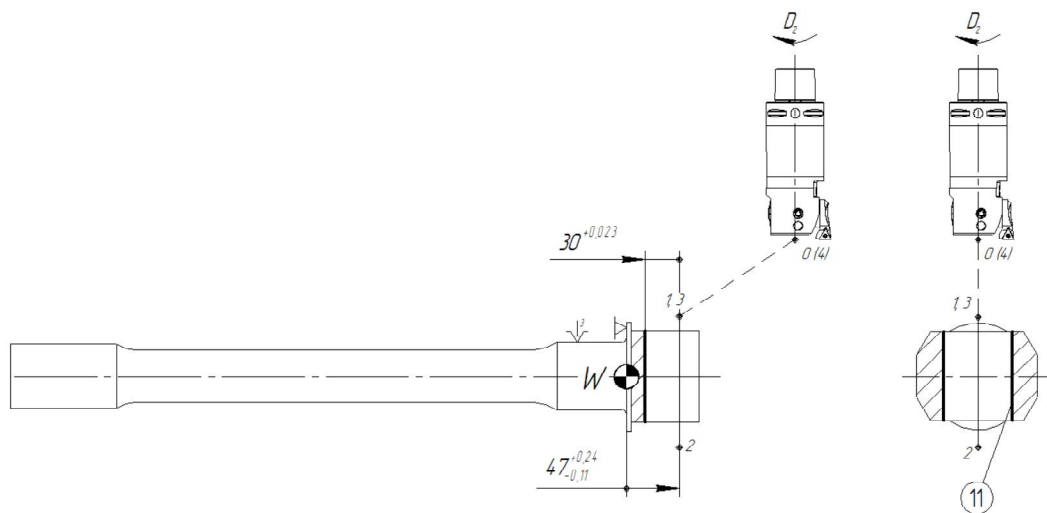


Рисунок 1.15 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ С

Т. Змінити інструмент.

13. Фрезерувати фаски 18 і 19 по програмі 0-7 (рис. 1.16).

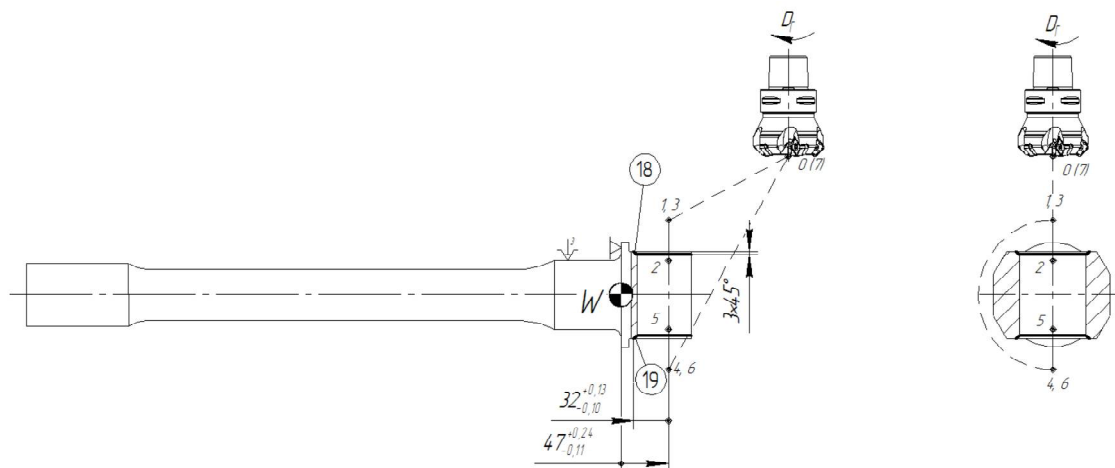


Рисунок 1.16 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Т

У. Змінити інструмент.

Ф. Повернути інструментальний шпиндель на 90° .

14. Центрувати поверхню 20 по програмі 0-5 (рис. 1.17).

Х. Розкріпити і зняти деталь.

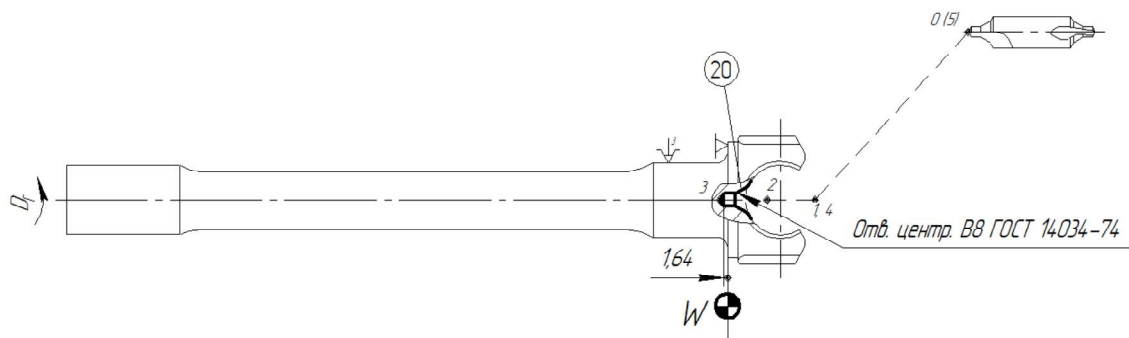


Рисунок 1.17 - Операція 020 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПУ. Установ Ф

Операція 025 Токарна з ЧПУ:

А. Встановити і закріпити деталь.

1. Точити поверхні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 по програмі 0-11 (рис. 1.18).

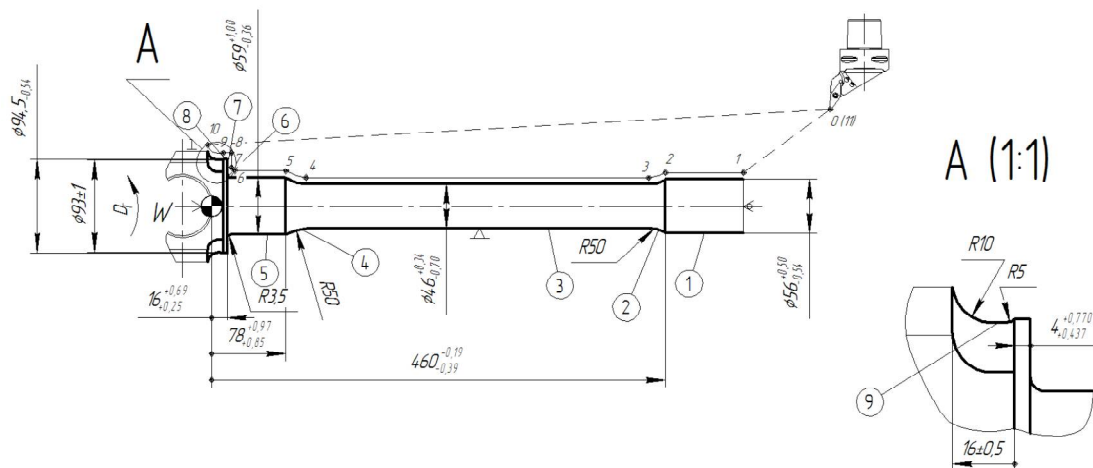


Рисунок 1.18 - Операція 025 Токарна з ЧПУ. Установ А

Б. Змінити інструмент.

2. Точити поверхні 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 по програмі 0-10 (рис. 1.19).

В. Розкріпити і зняти деталь.

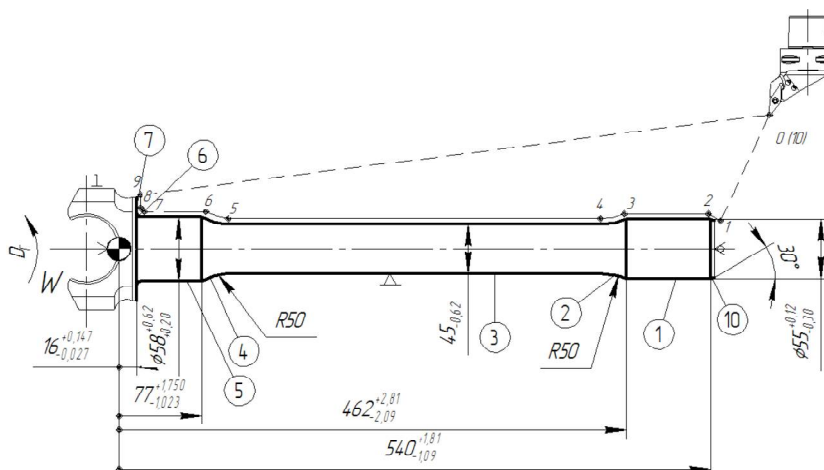


Рисунок 1.19 - Операція 025 Токарна з ЧПУ. Установ Б

Операція 030 Токарна з ЧПУ:

А. Встановити і закріпити деталь.

1. Точити торець 1 по програмі 0-3 (рис. 1.20)

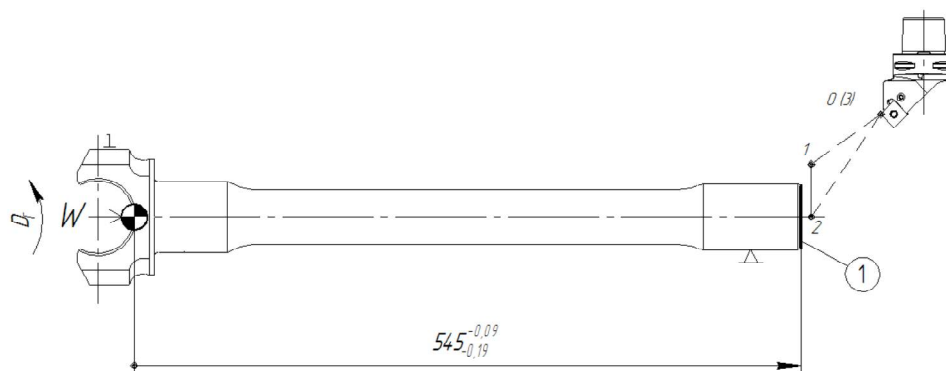


Рисунок 1.20 - Операція 030 Токарна з ЧПУ. Установ А

Б. Змінити інструмент.

2. Свердлити отвір 2 по програмі 0-4 (рис. 1.21).

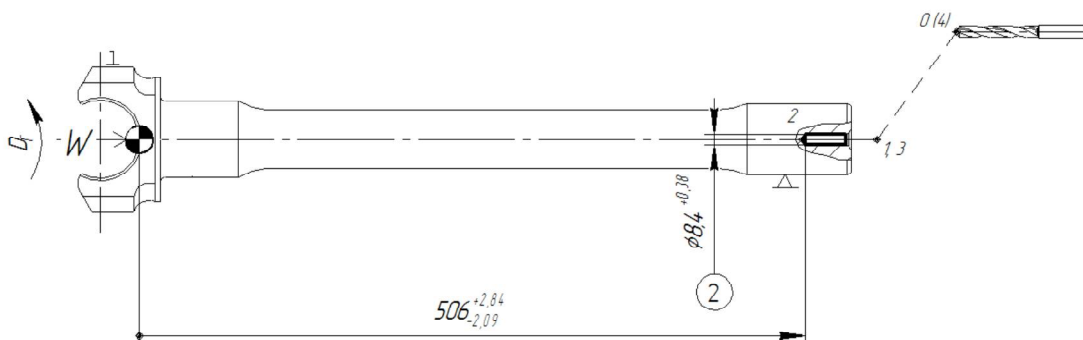


Рисунок 1.21 - Операція 030 Токарна з ЧПУ. Установ Б

В. Змінити інструмент.

3. Свердлити отвір 3 по програмі 0-4 (рис. 1.22).

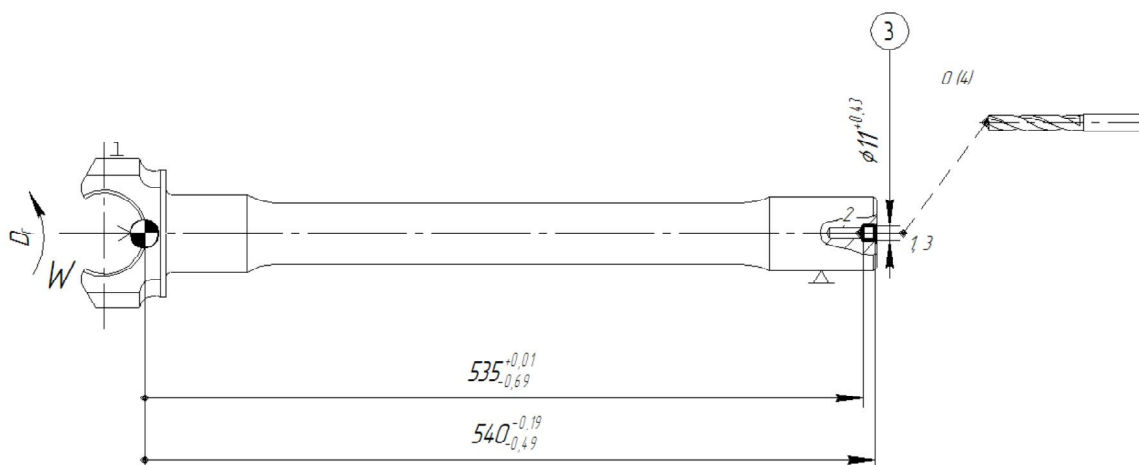


Рисунок 1.22 - Операція 030 Токарна з ЧПУ. Установ В

Г. Змінити інструмент.

4. Нарізати різь М10-7Н в отворі 1 по програмі 0-4 (рис. 1.23).

Д. Розкріпити і зняти деталь.

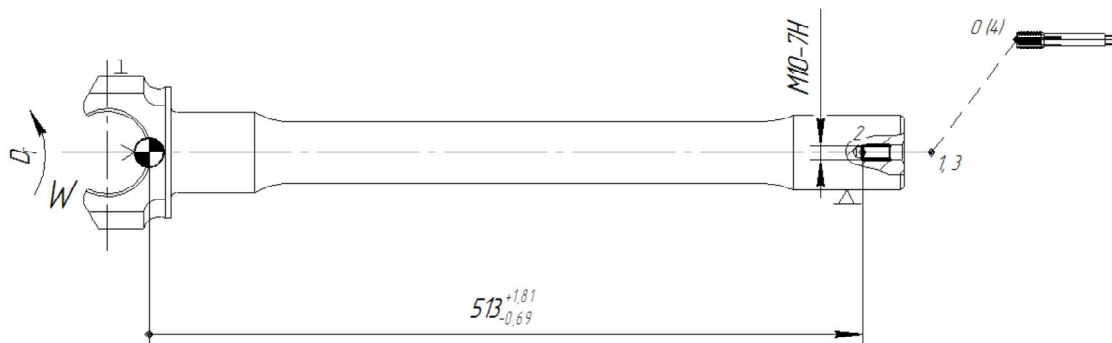


Рисунок 1.23 - Операція 030 Токарна з ЧПУ. Установ Г

Операція 035 Зубофрезерна:

А. Встановити і закріпити деталь.

1. Фрезерувати шліци (рис. 1.24).

Б. Розкріпити і зняти деталь.

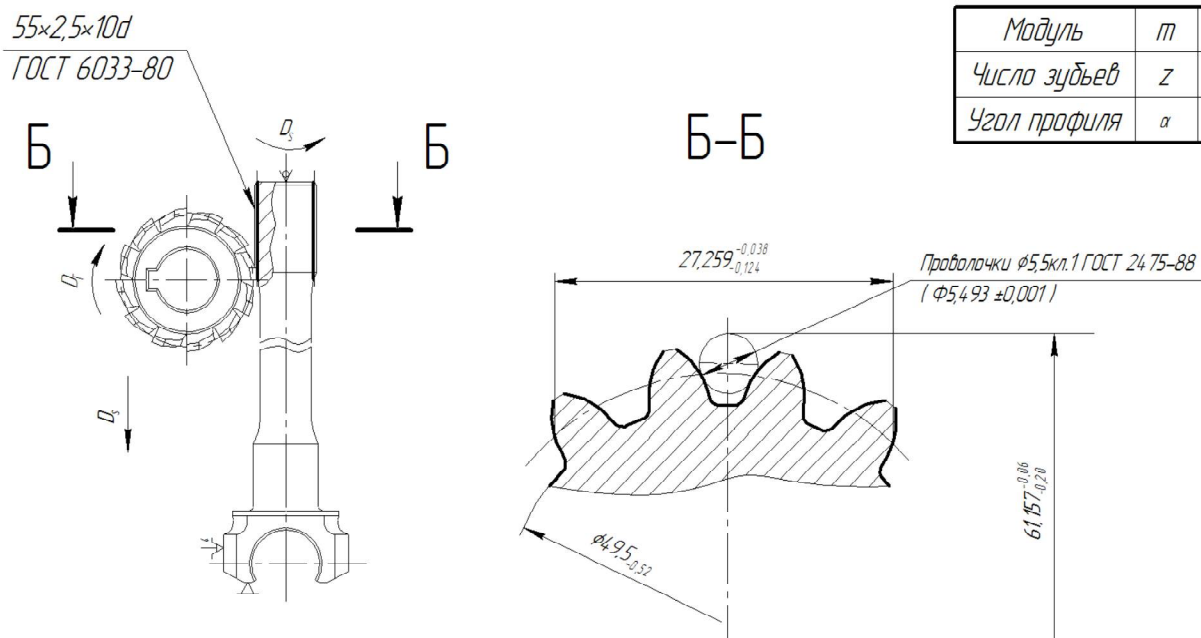


Рисунок 1.24 - Операція 035 Зубофрезерна

Операція 040 Термічна:

1. Цементувати $h > 1,0$ мм, HRC > 56, шліци не цементувати.

Операція 045 Шліфувальна з ЧПУ:

А. Встановити і закріпити деталь.

1. Шліфувати поверхні 1, 2, 3, 4 по програмі 0-5 (рис. 1.25).

Б. Розкріпити і зняти деталь.

Операція 050 Контрольна:

1. Контролювати геометричні параметри деталі згідно кресленника.

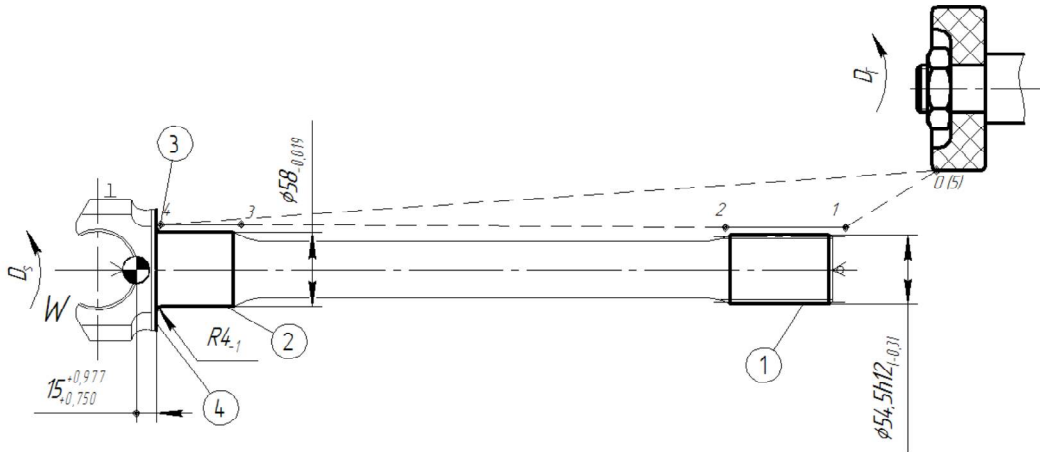


Рисунок 1.25 - Операція 045 Шліфувальна з ЧПУ

1.10 Розрахунок режимів різання

1.10.1 Розрахунок режимів різання для операції 010

Позиція 1. Фрезерувати торці 1 і 2 одночасно.

Інструмент: Фреза для обробки прямокутних уступів CoroMill® Century RA590-125J38S-11M

Ширина фрезерування: $B = 118$ мм.

Діаметр фрези: $D = 125$ мм.

Кількість зубів фрези: $z = 8$.

Глибина різання: $t = 6,9$ мм.

Табличне значення подачі на зуб [4, стор. 177]: $S_{z_m} = 0,1$ мм/зуб.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 178]:

Твердості оброблюваного матеріалу: $K_{S_m} = 0,8$;

Інструментального матеріалу: $K_{S_u} = 1,4$;

Головного кута в плані: $K_{S_\varphi} = 0,7$;

Способа кріплення пластини: $K_{S_p} = 1$;

Схеми установки фрези: $K_{S_c} = 1$;

Відношення фактичної ширини фрезерування до нормальної: $K_{S_B} = 1$.

Поправочний коефіцієнт подачі:

$$K_S = K_{S_m} K_{S_u} K_{S_\varphi} K_{S_p} K_{S_B} = 0,8 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,78.$$

Остаточне значення подачі:

$$S_z = S_{z_m} K_S = 0,1 \cdot 0,78 = 0,08 \text{ мм/зуб.}$$

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 189]: $v_m = 296 \text{ м/хв.}$

Таблична потужність різання [4, стор. 189]: $N_m = 24 \text{ кВт.}$

Поправочні коефіцієнти на швидкість і потужність різання, в залежності від [4, стр. 192]:

$$\text{Оброблюваного матеріалу: } K_{v_m} = K_{N_m} = 0,8;$$

$$\text{Інструментального матеріалу: } K_{v_u} = 4,15;$$

$$\text{Стан поверхні заготовки: } K_{v_n} = K_{N_n} = 0,8;$$

$$\text{Головного кута в плані: } K_{v_\varphi} = K_{N_\varphi} = 1,1;$$

$$\text{Відношення ширини фрезерування до діаметру фрези: } K_{v_B} = K_{N_B} = 0,9;$$

$$\text{Періоду стійкості ріжучої частини фрези: } K_{v_T} = 1;$$

$$\text{Способа кріплення пластини: } K_{v_p} = 1;$$

$$\text{Наявності охолодження: } K_{v_{ж}} = 1.$$

Поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$\begin{aligned} K_v &= K_{v_m} K_{v_u} K_{v_n} K_{v_\varphi} K_{v_B} K_{v_T} K_{v_p} K_{v_{ж}} = \\ &= 0,8 \cdot 4,15 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,63. \end{aligned}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_v = 296 \cdot 2,63 = 778 \text{ м/хв.}$$

Поправочний коефіцієнт потужності різання:

$$K_N = K_{N_m} K_{N_n} K_{N_\varphi} K_{N_B} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 0,63.$$

Фактична потужність різання:

$$N = N_m K_N = 24 \cdot 0,63 = 15,12 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 778}{3,14 \cdot 125} = 1983 \text{ об/хв.}$$

Подача на оберт:

$$S_o = S_z \quad z = 0,08 \quad s = 0,64 \text{ мм/об}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \quad n = 0,64 \quad 1983 = 1269 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 2. Центрувати торець 1.

Інструмент: Свердло центровальне типу В 2317-0168 ГОСТ 14952-75

Глибина свердління: $l = 20$ мм.

Діаметр свердла: $D = 8$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 127]: $S_{o_m} = 0,19$ мм/об.

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 127]: $v_m = 25,5$ м/хв.

Табличне значення потужності різання [4, стор. 127]: $N_m = 0,64$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на режими різання в залежності від [4, стор. 142]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу:

$$K_{S_m} = K_{v_m} = K_{N_m} = 0,71;$$

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$;

Стану поверхні заготовки: $K_{v_w} = 1$;

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 1$;

Форми заточування інструменту: $K_{v_3} = 1$;

Довжини робочої частини свердла: $K_{v_l} = 1$;

Зносостійкого покриття: $K_{v_n} = 1$;

Періоду стійкості ріжучої частини свердла: $K_{v_T} = 1$;

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} \quad K_{S_m} = 0,19 \quad 0,71 = 0,13 \text{ мм/об.}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m \quad K_{v_m} \quad K_{v_{жс}} \quad K_{v_w} \quad K_{v_u} \quad K_{v_3} \quad K_{v_l} \quad K_{v_n} \quad K_{v_T} = \\ 25,5 \quad 0,71 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 = 18 \text{ м/хв.}$$

Фактична потужність різання:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_M}} = \frac{0,64}{0,71} = 0,9 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 8} = 717 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,13 \cdot 717 = 93 \text{ мм/хв.}$$

1.10.2 Розрахунок режимів різання для операції 015

Позиція 1. Точити поверхні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 по програмі 0-10.

Інструмент: Різцева головка T-Max P C5-PCLNL-35060-16HP:

Глибина різання: $t = 2,45$ мм.

Діаметр точіння: $D = 96$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 39]: $S_{o_m} = 0,73$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 42]:

Інструментального матеріалу: $K_{S_u} = 1,15$;

Перетину державки різця: $K_{S_\delta} = 1$;

Міцності ріжучої частини: $K_{S_h} = 1,05$;

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{S_m} = 1,2$;

Схеми установки заготовки: $K_{S_y} = 1,08$;

Стану поверхні заготовки: $K_{S_n} = 0,85$;

Геометричних параметрів різця: $K_{S_\varphi} = 1$;

Жорсткості верстата: $K_{S_j} = 1$.

Поправочний коефіцієнт подачі:

$$\begin{aligned} K_S &= K_{S_u} \cdot K_{S_\delta} \cdot K_{S_h} \cdot K_{S_y} \cdot K_{S_n} \cdot K_{S_\varphi} \cdot K_{S_j} = \\ &= 1,15 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 1,33. \end{aligned}$$

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_S = 0,73 \cdot 1,33 = 0,97 \text{ мм/об.}$$

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 80]: $v_m = 261 \text{ м/хв.}$

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 82]:

$$\text{Інструментального матеріалу: } K_{v_u} = 1;$$

$$\text{Групи оброблюваності матеріалу: } K_{v_c} = 1;$$

$$\text{Виду обробки: } K_{v_o} = 1;$$

$$\text{Жорсткості верстата: } K_{v_j} = 1;$$

$$\text{Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: } K_{v_m} = 0,7;$$

$$\text{Геометричних параметрів різця: } K_{v_\varphi} = 1;$$

$$\text{Періоду стійкості різальної крайки: } K_{v_T} = 1;$$

$$\text{Наявності охолодження: } K_{v_{жс}} = 1.$$

Поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$\begin{aligned} K_v &= K_{v_u} K_{v_c} K_{v_o} K_{v_j} K_{v_m} K_{v_\varphi} K_{v_T} K_{v_{жс}} = \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7. \end{aligned}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_v = 261 \cdot 0,7 = 183 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 183}{3,14 \cdot 96} = 606 \text{ об/хв.}$$

Таблична потужність різання [4, стор. 73]: $N_m = 5,9 \text{ кВт.}$

Поправочний коефіцієнт на потужність різання [4, стор. 85]: $K_N = 1,15.$

Фактична потужність різання:

$$N = N_m K_N \frac{v}{v_m} = 5,9 \cdot 1,15 \cdot \frac{182,7}{261} = 4,75 \text{ кВт.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o n = 0,97 \cdot 606 = 587,82 \text{ мм/хв.}$$

1.10.3 Розрахунок режимів різання для операції 020

Позиція 1. Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 за програмою 0-5.

Інструмент: Фреза для обробки прямокутних уступів CoroMill® Century R590-063C5-11M.

Ширина фрезерування: $B = 59$ мм.

Діаметр фрези: $D = 63$ мм.

Кількість зубів фрези: $z = 5$.

Глибина різання: $t = 2,07$ мм.

Табличне значення подачі на зуб [4, стор. 177]: $S_{z_m} = 0,12$ мм/зуб.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 178]:

Твердості оброблюваного матеріалу: $K_{S_m} = 0,8$;

Інструментального матеріалу: $K_{S_u} = 1,4$;

Головного кута в плані: $K_{S_\phi} = 0,7$;

Способу кріплення пластини: $K_{S_p} = 1$;

Схеми установки фрези: $K_{S_c} = 1$;

Відношення фактичної ширини фрезерування до нормальної: $K_{S_B} = 1,3$.

Поправочний коефіцієнт подачі:

$$K_S = K_{S_m} K_{S_u} K_{S_\phi} K_{S_p} K_{S_B} = 0,8 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 = 1,67.$$

Остаточне значення подачі:

$$S_z = S_{z_m} K_S = 0,12 \cdot 1,67 = 0,2 \text{ мм/зуб.}$$

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 189]: $v_m = 242$ м/хв.

Таблична потужність різання [4, стор. 189]: $N_m = 18,6$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на швидкість і потужність різання, в залежності від [4, стор. 192]:

Оброблюваного матеріалу: $K_{v_m} = K_{N_m} = 0,8$;

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 4,15$;

Стану поверхні заготовки: $K_{v_n} = K_{N_n} = 0,8$;

Головного кута в плані: $K_{v_{\varphi}} = K_{N_{\varphi}} = 1,1$;

Відношення ширини фрезерування до діаметру фрези: $K_{v_B} = K_{N_B} = 0,9$;

Періоду стійкості ріжучої частини фрези: $K_{v_T} = 1$;

Способу кріплення пластини: $K_{v_p} = 1$;

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$.

Поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{v_m} K_{v_u} K_{v_n} K_{v_{\varphi}} K_{v_B} K_{v_T} K_{v_p} K_{v_{жс}} = \\ = 0,8 \cdot 4,15 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,63.$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_v = 242 \cdot 2,63 = 636 \text{ м/хв.}$$

Поправочний коефіцієнт потужності різання:

$$K_N = K_{N_m} K_{N_n} K_{N_{\varphi}} K_{N_B} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 0,63.$$

Фактична потужність різання:

$$N = N_m K_N = 18,6 \cdot 0,63 = 11,72 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 636}{3,14 \cdot 63} = 3215 \text{ об/хв.}$$

Подача на оберт:

$$S_o = S_z \cdot z = 0,2 \cdot 5 = 1 \text{ мм/об.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 1 \cdot 3215 = 3215 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 6. Розсвердлити отвір 11 за програмою 0-4.

Інструмент: Свердло зі змінними пластинами CoroDrill® 880 880-D5600C5-03.

Глибина свердління: $l = 83$ мм.

Діаметр свердла: $D = 56$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 127]: $S_{o_m} = 1,2$ мм/об.

Табличне значення швидкості резання [4, стор. 127]: $v_m = 13,5$ м/хв.

Табличне значення потужності різання [4, стор. 127]: $N_m = 3,75$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на режими різання в залежності від [4, стор. 142]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу:

$$K_{S_m} = K_{v_m} = K_{N_m} = 0,71;$$

$$\text{Наявності охолодження: } K_{v_{жс}} = 1;$$

$$\text{Сану поверхні заготовки: } K_{v_w} = 0,8;$$

$$\text{Інструментального матеріалу: } K_{v_u} = 3;$$

$$\text{Форми заточування інструменту: } K_{v_3} = 1;$$

$$\text{Довжини робочої частини свердла: } K_{v_l} = 1;$$

$$\text{Зносостійкого покриття: } K_{v_n} = 1;$$

$$\text{Періоду стійкості ріжучої частини свердла: } K_{v_T} = 1.$$

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_{S_m} = 1,2 \cdot 0,71 = 0,85 \text{ мм/об.}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_{v_m} K_{v_{жс}} K_{v_w} K_{v_u} K_{v_3} K_{v_l} K_{v_n} K_{v_T} =$$

$$13,5 \cdot 0,71 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 23 \text{ м/хв.}$$

Фактична потужність різання:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_m}} = \frac{3,75}{0,71} = 5,28 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 23}{3,14 \cdot 56} = 131 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,85 \cdot 131 = 111 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 10. Розточити отвір 11 за програмою 0-4.

Інструмент: чорновий розточувальний інструмент CoroBore® 820 820-63CC09-C5.

Діаметр перетину оправки: $d = 50$ мм.

Глибина різання: $t = 2,18$ мм.

Діаметр розточування: $D = 58$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 51]: $S_{o_m} = 0,56$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 51]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{S_m} = 0,8$;

Стану поверхні заготовки: $K_{S_n} = 1$;

Геометричних параметрів різця: $K_{S_\varphi} = 1$;

Діаметра деталі: $K_{S_D} = 0,8$;

Інструментального матеріалу: $K_{S_u} = 1,2$.

Поправочний коефіцієнт подачі:

$$K_S = K_{S_m} K_{S_n} K_{S_\varphi} K_{S_D} K_{S_u} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 0,77.$$

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_S = 0,56 \cdot 0,77 = 0,43 \text{ мм/об.}$$

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 73]: $v_m = 185$ м/хв.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 82]:

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 1$;

Групи оброблюваності матеріалу: $K_{v_c} = 1$;

Виду обробки: $K_{v_o} = 1$;

Жорсткості верстата: $K_{v_j} = 1$;

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{v_m} = 0,7$;

Геометричних параметрів різця: $K_{v_\varphi} = 1$;

Періоду стійкості різальної крайки: $K_{v_T} = 1$;

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$.

Поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{v_u} K_{v_c} K_{v_o} K_{v_j} K_{v_m} K_{v_\phi} K_{v_T} K_{v_{жс}} = \\ = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7.$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_v = 185 \cdot 0,7 = 130 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 130}{3,14 \cdot 58} = 714 \text{ об/хв.}$$

Таблична потужність різання [4, стор. 73]: $N_m = 8,2$ кВт.

Поправочний коефіцієнт на потужність різання [4, стор. 85]: $K_N = 1,15$.

Фактична потужність різання:

$$N = N_m K_N \frac{v}{v_m} = 8,2 \cdot 1,15 \cdot \frac{130}{185} = 6,63 \text{ кВт.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o n = 0,43 \cdot 714 = 307 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 13. Фрезерувати фаски 18 і 19 за програмою 0-7.

Інструмент: Торцева фреза CoroMill® 345 345-050C5-13H.

Глибина різання: $t = 3$ мм.

Діаметр отвору: $D = 60$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 138]: $S_{o_m} = 0,28$ мм/об.

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 138]: $v_m = 8,6$ м/хв.

Табличне значення потужності різання [4, стор. 127]: $N_m = 6,05$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на режими різання в залежності від [4, стор. 142]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу:

$$K_{S_m} = K_{v_m} = K_{N_m} = 0,71;$$

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$;

Стану поверхні заготовки: $K_{v_w} = 0,8$;

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 3$;

Форми заточування інструменту: $K_{v_3} = 1$;

Довжини робочої частини свердла: $K_{v_l} = 1$;

Зносостійкого покриття: $K_{v_n} = 1$;

Періоду стійкості ріжучої частини свердла: $K_{v_T} = 1$.

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_{S_m} = 0,28 \cdot 0,71 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$\begin{aligned} v &= v_m K_{v_m} K_{v_{ж}} K_{v_w} K_{v_u} K_{v_3} K_{v_l} K_{v_n} K_{v_T} = \\ &= 8,6 \cdot 0,71 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 15 \text{ м/хв.} \end{aligned}$$

Фактична потужність різання:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_m}} = \frac{6,05}{0,71} = 8,52 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 60} = 80 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 14. Центруванти поверхню 20 за програмою 0-5.

Інструмент: Свердло центровальне типу В 2317-0168 ГОСТ 14952-75

Глибина свердлення: $l = 20$ мм.

Діаметр свердла: $D = 8$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 127]: $S_{o_m} = 0,19$ мм/об.

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 127]: $v_m = 25,5$ м/хв.

Табличне значення потужності різання [4, стор. 127]: $N_m = 0,64$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на режими різання в залежності від [4, стор. 142]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу:

$$K_{S_m} = K_{v_m} = K_{N_m} = 0,71;$$

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$;

Стану поверхні заготовки: $K_{v_w} = 1$;

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 1$;

Форми заточування інструменту: $K_{v_3} = 1$;

Довжини робочої частини свердла: $K_{v_l} = 1$;

Зносостійкого покриття: $K_{v_n} = 1$;

Періоду стійкості ріжучої частини свердла: $K_{v_T} = 1$.

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_{S_m} = 0,19 \cdot 0,71 = 0,13 \text{ мм/об.}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_{v_m} K_{v_{жс}} K_{v_w} K_{v_u} K_{v_3} K_{v_l} K_{v_n} K_{v_T} = 25,5 \cdot 0,71 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 18 \text{ м/хв.}$$

Фактична потужність різання:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_m}} = \frac{0,64}{0,71} = 0,9 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 8} = 717 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,13 \cdot 717 = 93 \text{ мм/хв.}$$

1.10.4 Розрахунок режимів різання для операції 025

Позиція 1. Точити поверхні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 за програмою 0-10.

Інструмент: Різцева головка CoroTurn 107 C5-SVJBL-35060-16HP.

Глибина різання: $t = 0,65$ мм.

Діаметр точіння: $D = 94,5$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 40]: $S_{o_m} = 0,61$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 42]:

Інструментального матеріалу: $K_{S_u} = 1,15$;

Перетину державки різця: $K_{S_\partial} = 1$;

Міцності ріжучої частини: $K_{S_h} = 1,05$;

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{S_m} = 0,8$;

Схеми установки заготовки: $K_{S_y} = 0,9$;

Стану поверхні заготовки: $K_{S_n} = 1$;

Геометричних параметрів різця: $K_{S_\varphi} = 0,95$;

Жорсткості верстата: $K_{S_j} = 1$.

Поправочний коефіцієнт подачі:

$$K_S = K_{S_u} K_{S_\partial} K_{S_h} K_{S_y} K_{S_n} K_{S_\varphi} K_{S_j} = \\ = 1,15 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,83.$$

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_S = 0,61 \cdot 0,83 = 0,51 \text{ мм/об.}$$

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 73]: $v_m = 172 \text{ м/хв.}$

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 82]:

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 1$;

Групи оброблюваності матеріалу: $K_{v_c} = 1$;

Виду обробки: $K_{v_o} = 1$;

Жорсткості верстата: $K_{v_j} = 1$;

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{v_m} = 0,7$;

Геометричних параметрів різця: $K_{v_\varphi} = 0,95$;

Періоду стійкості різальної крайки: $K_{v_T} = 1$;

Наявності охолодження: $K_{v_{\text{жс}}} = 1$.

Поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{v_u} K_{v_c} K_{v_o} K_{v_j} K_{v_m} K_{v_\phi} K_{v_T} K_{v_{жс}} =$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = 0,67.$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_v = 172 \cdot 0,67 = 115 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 115}{3,14 \cdot 94,5} = 388 \text{ об/хв.}$$

Таблична потужність різання [4, стор. 73]: $N_m = 8,9$ кВт.

Поправочний коефіцієнт на потужність різання [4, стор. 85]: $K_N = 1,15$.

Фактична потужність різання:

$$N = N_m K_N \frac{v}{v_m} = 8,9 \cdot 1,15 \cdot \frac{115}{172} = 6,84 \text{ кВт.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o n = 0,51 \cdot 388 = 198 \text{ мм/хв.}$$

1.10.5 Розрахунок режимів різання для операції 030

Позиція 1. Точити торець 1 за програмою 0-3.

Інструмент: Різцева головка T-Max® P C5-PSSNL-35050-15.

Глибина різання: $t = 0,73$ мм.

Діаметр точення: $D = 55$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 40]: $S_{o_m} = 0,49$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 42]:

Інструментального матеріалу: $K_{S_u} = 1,15$;

Перетину державки різця: $K_{S_\delta} = 1$;

Міцності ріжучої частини: $K_{S_h} = 1,05$;

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{S_m} = 0,8$;

Схеми установки заготовки: $K_{S_y} = 0,9$;

Стану поверхні заготовки: $K_{S_n} = 1$;

Геометричних параметрів різця: $K_{S_\varphi} = 1,4$;

Жорсткості верстата: $K_{S_j} = 1$.

Поправочний коефіцієнт подачі:

$$\begin{aligned} K_S &= K_{S_u} K_{S_\delta} K_{S_h} K_{S_y} K_{S_n} K_{S_\varphi} K_{S_j} = \\ &= 1,15 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,22. \end{aligned}$$

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_o_m K_S = 0,49 \cdot 1,22 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 73]: $v_m = 172 \text{ м/хв.}$

Поправочні коефіцієнти, в залежності від [4, стор. 82]:

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 1,3$;

Групи оброблюваності матеріалу: $K_{v_c} = 1$;

Виду обробки: $K_{v_o} = 1$;

Жорсткості верстата: $K_{v_j} = 1$;

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{v_m} = 0,7$;

Геометричних параметрів різця: $K_{v_\varphi} = 1,4$;

Періоду стійкості різальної крайки: $K_{v_T} = 1$;

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$.

Поправочний коефіцієнт швидкості різання:

$$\begin{aligned} K_v &= K_{v_u} K_{v_c} K_{v_o} K_{v_j} K_{v_m} K_{v_\varphi} K_{v_T} K_{v_{жс}} = \\ &= 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 1,27. \end{aligned}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_v = 172 \cdot 1,27 = 288 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 288}{3,14 \cdot 55} = 1668 \text{ об/хв.}$$

Таблична потужність різання [4, стор. 73]: $N_m = 8,9 \text{ кВт.}$

Поправочний коефіцієнт на потужність різання [4, стор. 85]: $K_N = 1,15$.

Фактична потужність різання:

$$N = N_m K_N \frac{v}{v_m} = 8,9 \cdot 1,15 \cdot \frac{288}{172} = 17,14 \text{ кВт.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,6 \cdot 1668 = 1000 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 2. Свердлити отвір 2 за програмою 0-4.

Інструмент: Твердосплавне свердло CoroDrill® 460 460.1-0840-042A1-XM GC34.

Глибина свердління: $l = 34$ мм.

Діаметр свердла: $D = 8,4$ мм.

Табличне значення подачі [4, стор. 127]: $S_{o_m} = 0,18$ мм/об.

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 127]: $v_m = 25$ м/хв.

Табличне значення потужності різання [4, стор. 127]: $N_m = 0,62$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на режими різання в залежності від [4, стр. 142]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу:

$$K_{S_m} = K_{v_m} = K_{N_m} = 0,71;$$

Наявності охолодження: $K_{v_{жс}} = 1$;

Стану поверхні заготовки: $K_{v_w} = 1$;

Інструментального матеріалу: $K_{v_u} = 1$;

Форми заточування інструменту: $K_{v_3} = 1$;

Довжини робочої частини свердла: $K_{v_l} = 1$;

Зносостійкого покриття: $K_{v_n} = 1$;

Періоду стійкості ріжучої частини свердла: $K_{v_T} = 1$.

Остаточне значення подачі:

$$S_o = S_{o_m} K_{S_m} = 0,18 \cdot 0,71 = 0,13 \text{ мм/об.}$$

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_{v_m} K_{v_{жс}} K_{v_w} K_{v_u} K_{v_3} K_{v_l} K_{v_n} K_{v_T} =$$

$$= 25 \cdot 0,71 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 18 \text{ м/хв.}$$

Фактична потужність різання:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_m}} = \frac{0,62}{0,71} = 0,87 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 8,4} = 682 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 0,13 \cdot 682 = 89 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 4. Нарізати різь М10-7Н в отворі 2 за програмою 0-4.

Інструмент: Мітчик зі спіральною подточкою CoroTap™ 200 EP09PM10.

Діаметр різі: $D_p = 10$ мм.

Крок різі: $P = 1,5$ мм.

Подача на оберт: $S_o = P = 1,5$ мм/об.

Табличне значення швидкості різання [4, стор. 135]: $v_m = 10,2$ м/хв.

Табличне значення потужності різання [4, стор. 135]: $N_m = 0,27$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на режими різання в залежності від [4, стор. 142]:

Механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $K_{v_m} = K_{N_m} = 0,71$;

Ступені точності різьблення: $K_{v_k} = 1$.

Остаточне значення швидкості різання:

$$v = v_m K_{v_m} K_{v_k} = 10,2 \cdot 0,71 \cdot 1 = 7 \text{ м/хв.}$$

Фактична потужність різання:

$$N = \frac{N_T}{K_{N_m}} = \frac{0,27}{0,71} = 0,38 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 7}{3,14 \cdot 10} = 223 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o \cdot n = 1,5 \cdot 223 = 335 \text{ мм/хв.}$$

1.10.6 Розрахунок режимів різання для операції 035

Позиція 1. Фрезерувати шліци.

Інструмент: Фреза черв'ячна модульна 2510-4018 АА ГОСТ 9324-80.

Розміри фрези по ГОСТ 9324-80:

модуль: $m_0 = 2,5$ мм;

діаметр вершин зубів: $d_{a0} = 100$ мм;

діаметр отвору: $d = 40$ мм;

діаметр буртиків: $d_f = 60$ мм;

довжина фрези: $L = 100$ мм;

довжина буртиків: $l = 5$ мм;

кількість стружкових канавок: $z_0 = 14$.

Матеріал фрези: швидкоріжуча сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73.

Режими різання:

Подача: $S_o = 2,5$ мм/об; [20, стор. 84]

Швидкість різання: $v = 34$ м/мин; [20, стор. 85]

Потужність різання: $N = 1$ кВт; [20, стор. 85]

Частота обертання фрези: $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{фр}} = \frac{1000 \cdot 34}{3,14 \cdot 100} = 107$ об/хв.

1.10.7 Розрахунок режимів різання для операції 045

Позиція 1. Шліфувати поверхні 1, 2, 3, 4 по програмі 0-5.

Інструмент: Коло типу 1 150x50x20 ГОСТ 2424-83 2А 40 СМ2 6-5 К:

Діаметр кола: $D = 150$ мм.

Ширина кола: $H = 50$ мм.

Швидкість різання кола: $v = 60$ м/хв.;

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 150} = 128 \text{ об/хв.};$$

Хвилинна подача:

$$S_m = 4590 \text{ мм/хв. [11, стор. 108];}$$

Радіальна хвилинна подача:

$$S_{tx} = 0,0098 \text{ мм/хв. [11, стор. 108].}$$

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Проектування шліцефрезерного пристосування

2.1.1 Призначення пристосування

Пристосування призначене для нарізання шліців на деталі "Піввісь переднього ведучого моста" у серійному виробництві на зубофрезерному верстаті моделі 5E32. Обробка шліців здійснюється черв'ячною шліцевою фрезою по методу обкату.

Фреза обертається і одночасно здійснює рух подачі (переміщення уздовж осі заготовки). Заготовка також обертається.

2.1.2 Базування пристосування

З огляду на конфігурацію деталі і розміри, які виконуються на даній операції, заготовку доцільно встановити вертикально (рис. 2.1). При цьому центровий отвір поєднують з підвантаженим центровиком пристосування. Упор деталі в нижню опору обмежує рух заготовки уздовж вертикальної осі. У верхній частині центр верстата заводять в центровий отвір деталі. Центр верстата здійснює притиск до опори.

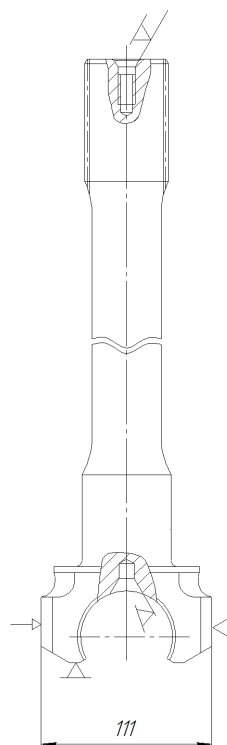


Рисунок 2.1 - Схема базування деталі в пристосуванні

До бічної поверхні піввісь в нижній її частині підводять опору, що регулюється механізованим притиском, і фіксують її в заданому положенні. Таким чином центри позбавляють заготовку 4-х ступенів свободи, нижній упор позбавляє 5-го ступеня свободи. Шоста ступінь свободи позбавляється бічним упором, що підводиться. Таким чином деталь, що обробляється, позбавлена шести ступенів свободи, тобто має повне базування.

2.1.3 Точнісний розрахунок

Точність розмірів залежить від похибки базування ε_δ , похибки закріплення ε_3 і похибки пристосування ε_{np} .

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 \cdot \varepsilon_3^2 \cdot \varepsilon_{np}^2}$$

Базування в центрах визначає точність обробки шліців на оброблюваній деталі. Центрові отвори є різновидом конічних опор. Контакт центрів з деталлю відбувається по конічних поверхнях з малою довжиною твірної. Опори на центрах є напрямними, в центрах.

$$\varepsilon_\delta = 0,05 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 0,05$ мм.

Похибка пристосування $\varepsilon_{np} = 0,25$.

Розмір, що виконується $61,157_{-0,2}^{-0,06}$

$$\varepsilon_\delta = 0,2 - 0,06 = 0,14 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{np} = 0,25 \cdot 0,14 = 0,35 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,035^2} = 0,079 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y < \varepsilon_\delta ;$$

$$0,079 < 0,14 \text{ мм.}$$

Висновок: обрана схема забезпечує виконання розмірів на даній операції.

2.1.4 Вибір режиму різання

Деталь - "Піввісь переднього ведучого моста".

Матеріал - сталь 20Х2Н4А.

Твердість 50 56HRC.

Вид обробки - фрезерування зубів методом обкатки.

Модуль $m = 2,5$ мм.

Число зубів $z = 20$.

Кут нахилу зубів $\mathcal{L} = 20$.

Ріжучий інструмент - фреза черв'ячна модульна 2510- 4018AA ГОСТ 9324-80.

Матеріал фрези - P6M5.

Діаметр фрези $D = 100$ мм, кут нахилу зубів $\omega = 7$.

Число стружкових канавок $z = 14$.

Подача на 1 оборот заготовки $S_0 = 2,5$ мм / об.

Швидкість різання $V = 33,5$ м / хв.

$K_v = 0,9$, $V_{ном} = 38,5 * 0,9 = 0,35$ м/хв.

Потужність різання $N = 1$ квт.

Частота обертання фрези:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 * 33,5}{3,14 * 100} = 106,69 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{9750 * N}{n} = \frac{9750}{106,69} = 91,4 \text{ Нм.}$$

2.1.5 Розрахунок сил різання

Схема дії сил різання представлена на рис. 2.2.

Сила різання:

$$P_z = \frac{M_{кр} * 2}{D}, \quad (2.1)$$

де $M_{кр} = 91,4$ Нм;

$P_0 = 0,4P_z * \text{tg}\omega = 90$ Н.

Сила різання P_z притискає заготовку до столу.

Осьова сила P_0 створює момент різання P_0 створює момент різання.

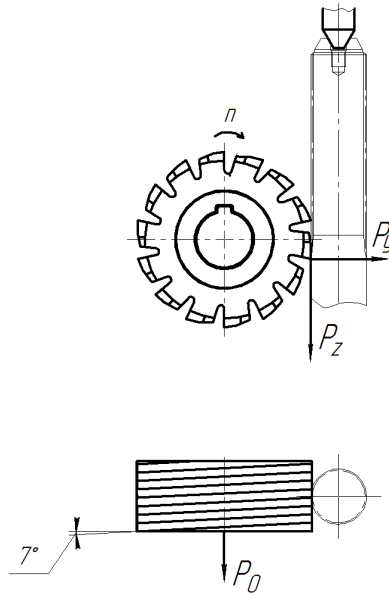


Рисунок 2.2 - Схема дії сил різання

2.1.6 Розрахунок необхідної сили затиску

Заготовка центрована за допомогою центрів і притиснута до опорної точки верхнім центром верстата (рис. 2.3).

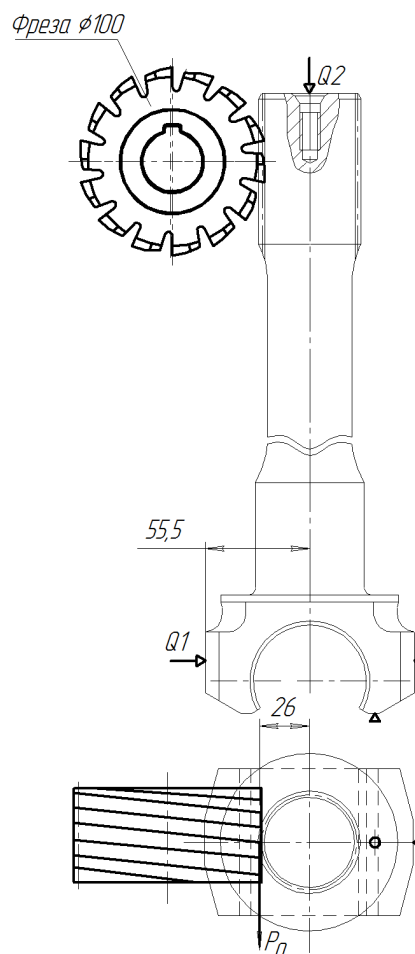


Рисунок 2.3 - Схема установки деталі в пристосуванні

При дії моменту різання заготовка утримується від проворота моментом тертя між притиском і заготівлею. Умова рівноваги заготовки висловимо рівнянням щодо опорної точки О.

$$K * M_{рез} + M_{q1} + M_{q2} = 0, \quad (2.2)$$

де K – коефіцієнт запасу затиску;

$$M_{рез} = P_0 * l_0 - \text{момент різання від сили } P_0;$$

$$M_{q1} = Q_1 f_1 R_1 - \text{момент зажиму від сили } Q_1;$$

$$M_{q2} = Q_2 f_2 R_2 - \text{момент зажиму від сили } Q_2;$$

де $f_1 = 0,1$, $f_2 = 0,1$ - коефіцієнти тертя.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (2.3)$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт затиску;

$K_1 = 1$ - при установці заготовки на чистові бази;

$K_2 = 1,2$ - при затупленому інструменті;

$K_3 = 1$ - за відсутності ударного навантаження;

$K_4 = 1,2$ - при незручній установці деталі в пристосуванні;

$K_5 = 1$ - при механізованому затиску;

$K_6 = 1,5$ - при установці на опору з обмеженою поверхнею контакту.

$$K = 1,5 * 1 * 1,2 * 1 * 1,5 = 3,24.$$

Необхідна сила затиску з рівняння

$$M_{Q1} = K * M_{рез} * M_{Q2}; \quad (2.4)$$

$$Q_1 f_1 R_1 = K * K_0 P_0 l_0 - f_2 Q_2 l_2, \quad (2.5)$$

де $Q_2 = 4000 \text{ Н}$ - сила затиску верхнього центра.

$$Q_1 = \frac{K P_0 l_0 - Q_2 l_2}{R_1} = \frac{3,24 * 90 * 26 - 4000 * 0,1 * 7}{0,1 * 55,5} = 114 \text{ Н}.$$

2.1.7 Розрахунок затискного механізму

Діаметр гідроциліндра односторонньої дії.

$$D = 1,13 \sqrt{Q / p * 2}, \quad (2.6)$$

де $p = 0,41$ МПа – тиск повітря;

$\eta = 0,9$ – КПД пневмоциліндра;

$$D = 1,13 \sqrt{1114 / 0,4 * 0,9} = 62,8 \text{ мм.}$$

Приклад: діаметр циліндра $D = 80$ мм, діаметр штока $d = 32$ мм.

Сила на штоці:

$$W = \frac{\pi D^2}{4} * p * \eta = \frac{3,14 * 80^2}{4} * 0,4 * 0,9 = 1808 \text{ Н.}$$

$$W > Q_1;$$

$$1808 > 1114 \text{ Н.}$$

Висновок: пневмоциліндр з вибраними параметрами забезпечує необхідну силу затиску.

2.1.8 Розрахунок елементів конструкції на міцність

Зробимо розрахунок різі гвинта поз. 20 на міцність.

Різь М20 сприймає зусилля пневмоциліндра $W = 1808$ Н.

$$\sigma_p = \frac{W * K}{F}, \quad (2.7)$$

де $K = 2,5$ – коефіцієнт запаса міцності;

$$F = \frac{\pi d^2}{4} \text{ – площа перерізу;}$$

$d_{\text{вн}} = 16,932$ мм - внутрішній діаметр різі.

$$F = \frac{3,14 * 16,932^2}{4} = 225 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_p = \frac{1808 * 2,5}{225} = 20,1 \text{ МПа.}$$

де $[\sigma_p] = 170$ МПа - для винта із сталі 45.

$$\sigma_p < [\sigma_p]. \quad (2.8)$$

$$20,5 < 170 \text{ МПа.}$$

Умова міцності різьби по напрузі, що допускається:

$$d_{\text{сп}} = K \sqrt{4W}. \quad (2.9)$$

$$[\tau_c] = 0,2 [\sigma_m] = 0,2 * 360 = 72 \text{ МПа};$$

$$d_{cp} = 2,5 \sqrt{\frac{4 * 1808}{3,14} * 72} = 14,4 \text{ мм.}$$

Висновок: умова міцності різьбового з'єднання виконано.

2.1.9 Принцип дії пристосування

Оброблювану деталь встановлюють вертикально на підпружинений центр пристосування. Верхнім центром верстата визначають вісь. Підпружинений нижній центр знаходиться в опорі поз.7, яка кріпиться до зварного корпусу поз.1. На верхній плиті корпусу знаходиться опора поз.20, що підводиться, і пневмоциліндр поз. 3, який приймає заготовку до регульованої опори.

Повітря до пневмоциліндра подається через повітропідвідні муфту поз. 2. Муфта має 2 канали, по яких подають повітря. При подачі повітря в безштокову порожнину поршень рухається в бік оброблюваної деталі, відбувається затиск. Муфта і корпус кріпляться до плити поз. 11 всі пристосування болтами поз. 22 і гайками поз. 17 кріпиться до поворотного столу верстата.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Визначення норм часу і режимів різання

010 4269 Фрезерно-центрувальна

Основний час:

Фрезерування торців:

$$t_o = \frac{0,83 \cdot 88}{100} = 0,92 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Сверлування отворів:

$$t_o = 0,3 \text{ хв. [16, с. 126, карта 49];}$$

Загальний час:

$$t_o = 0,92 + 0,3 = 1,22 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$t_1 = 0,18 \text{ хв. – установка і зняття деталі [12, с. 54, карта 16];}$$

$$t_2 = 0,65 \text{ хв. – час на перехід [12, с. 184, карта 85];}$$

$$t_3 = 0,04 \text{ хв. – зміна ріжучого інструменту;}$$

$$t_g = t_1 + t_2 + t_3 = 0,18 + 0,65 + 0,04 = 0,87 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [12, с. 184, карта 85]:

$$T_{nз1} = 10 \text{ хв. – налагодження верстата, інструменту та пристосувань;}$$

$T_{nз2} = 5 \text{ мин}$ – отримання інструментів і пристосувань до початку роботи і здача їх після закінчення;

$$T_{nз} = T_{nз1} + T_{nз2} = 10 + 5 = 15 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування (3,5% від оперативного) [12, с. 184, карта 85]:

$$t_{об} = 0,035 (t_o + t_g) = 0,035 (1,22 + 0,87) = 0,07 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок робочого:

$$t_{отд} = 0,04 (t_o + t_g) = 0,04 (1,22 + 0,87) = 0,08 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{шк} = \frac{T_{nз}}{n} + t_o + t_g + t_{об} + t_{отд} = \frac{15}{50} + 1,22 + 0,87 + 0,07 + 0,08 = 2,55 \text{ хв.}$$

015 4233 Токарна з ЧПУ

Основний час [14, с. 351, карта 156]:

Поверхня 7:

$$t = \frac{0,44 \cdot 87}{100} = 0,38 \text{ хв.};$$

Поверхня 6, 5, 4:

$$t = \frac{0,33 \cdot 377}{100} = 1,24 \text{ хв.};$$

Поверхня 3:

$$t = \frac{0,44 \cdot 64}{100} = 0,28 \text{ хв.};$$

Поверхні 2 і 1:

$$t = \frac{0,44 \cdot 7}{100} = 0,03 \text{ хв.};$$

$$t_o = \sum t = 0,38 + 1,24 + 0,28 + 0,03 = 1,93 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$t_1 = 1,5 \text{ хв.}$ – установка і зняття деталі [12, с. 37, карта 5];

$t_2 = 0,15 \text{ хв.}$ – час на перехід [12, с. 88, карта 24];

$$t_g = t_1 + t_2 = 1,5 + 0,15 = 1,65 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [12, с. 94, карта 26]:

$T_{nz1} = 14 \text{ хв.}$ – налагодження верстата, інструменту та пристосувань;

$T_{nz2} = 7 \text{ хв.}$ – отримання інструментів і пристосувань до початку роботи і здача їх після закінчення;

$T_{nz3} = 5 \text{ хв.}$ – установка вихідних координат;

$$T_{nz} = T_{nz1} + T_{nz2} + T_{nz3} = 14 + 7 + 5 = 26 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування (5% від оперативного) [12, с 94, карта 26]:

$$t_{ob} = 0,05 (t_o + t_g) = 0,05 (1,93 + 1,65) = 0,18 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок робочого:

$$t_{omd} = 0,04 (t_o + t_g) = 0,04 (1,93 + 1,65) = 0,14 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{\text{шк}} = \frac{T_{\text{нз}}}{n} + t_o + t_e + t_{\text{об}} + t_{\text{отд}} = \frac{26}{50} + 1,93 + 1,65 + 0,18 + 0,14 = 4,42 \text{ хв.}$$

020 4237 Комплексна на обробних центрах з ЧПУ

Основний час:

Позиція 1:

$$t_o = \frac{0,26 \ 95}{100} \ 2 = 0,49 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 2:

$$t_o = \frac{0,26 \ 24}{100} \ 2 = 0,12 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 3:

$$t_o = \frac{0,26 \ 32}{100} \ 2 = 0,17 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 4:

$$t_o = \frac{0,26 \ 32}{100} \ 2 = 0,17 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 5:

$$t_o = \frac{0,33 \ 95}{100} \ 2 = 0,63 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 6:

$$t_o = \frac{0,92 \ 83}{100} = 0,76 \text{ хв. [16, с. 113, карта 42];}$$

Позиція 7:

$$t_o = \frac{0,33 \ 83}{100} = 0,27 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 8:

$$t_o = \frac{0,42 \ 83}{100} \ 4 = 1,39 \text{ хв. [15, с. 266, карта 88];}$$

Позиція 9:

$$t_o = \frac{0,26 \ 95}{100} \ 2 = 0,49 \text{ хв. [15, с. 269, карта 89];}$$

Позиція 10:

$$t_o = \frac{0,92 \cdot 81}{100} = 0,75 \text{ хв. [16, с. 114, карта 43];}$$

Позиція 11:

$$t_o = \frac{0,41 \cdot 95}{100} = 0,78 \text{ хв. [15, с. 269, карта 89];}$$

Позиція 12:

$$t_o = \frac{4,45 \cdot 80}{100} = 3,56 \text{ хв. [16, с. 116, карта 44];}$$

Позиція 13:

$$t_o = \frac{0,92 \cdot 2}{100} = 0,04 \text{ хв. [16, с. 113, карта 42];}$$

Позиція 14:

$$t_o = 0,3 \text{ хв. [16, с. 126, карта 49].}$$

$$t_o = \sum t_o = 0,49 + 0,12 + 0,17 + 0,17 + 0,63 + 0,76 + 0,27 + 1,39 + 0,49 + \\ + 0,75 + 0,78 + 3,56 + 0,04 + 0,3 = 9,92 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$t_1 = 0,3 \text{ хв. – установка і зняття деталі [12, с. 32, карта 2];}$$

$$t_2 = 0,15 \text{ хв. – час на перехід [12, с. 88, карта 24];}$$

$$t_g = t_1 + t_2 = 0,3 + 0,15 = 0,45 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [12, с. 94, карта 26]:

$$T_{n31} = 39 \text{ хв. – налагодження верстата, інструменту та пристосувань;}$$

$$T_{n32} = 10 \text{ хв. – отримання інструментів і пристосувань до початку роботи і \\ здача їх після закінчення;}$$

$$T_{n33} = 5 \text{ хв. – установка вихідних координат;}$$

$$T_{n3} = T_{n31} + T_{n32} + T_{n33} = 39 + 10 + 5 = 54 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування (5% від оперативного) [12, с 94, карта 26]:

$$t_{o\delta} = 0,05 (t_o + t_g) = 0,05 (9,92 + 0,45) = 0,52 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок робочого:

$$t_{om\delta} = 0,04 (t_o + t_g) = 0,04 (1,93 + 0,35) = 0,41 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{\text{шк}} = \frac{T_{\text{нз}}}{n} + t_o + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{омд}} = \frac{54}{50} + 9,92 + 0,45 + 0,52 + 0,41 = 12,38 \text{ хв.}$$

025 4233 Токарна з ЧПУ

Основний час і режими різання [14, с. 357, карта 160]:

Позиція 1:

Поверхня 1:

$$t = \frac{0,22 \ 85}{100} = 0,19 \text{ хв.};$$

Поверхні 2, 3, 4:

$$t = \frac{0,17 \ 382}{100} = 0,65 \text{ хв.};$$

Поверхні 5 і 6:

$$t = \frac{0,22 \ 62}{100} = 0,14 \text{ хв.};$$

Поверхня 7:

$$t = \frac{0,44 \ 18}{100} = 0,08 \text{ хв.};$$

Поверхня 8:

$$t = \frac{0,44 \ 4}{100} = 0,02 \text{ хв.};$$

Поверхня 9:

$$t = \frac{0,44 \ 16}{100} = 0,07 \text{ хв.};$$

$$t_o = \sum t = 0,19 + 0,65 + 0,14 + 0,08 + 0,02 + 0,07 = 1,15 \text{ хв.}$$

Позиція 2:

Поверхні 10 і 1:

$$t = \frac{0,22 \ 83}{100} = 0,18 \text{ хв.};$$

Поверхні 2, 3, 4:

$$t = \frac{0,17 \ 385}{100} = 0,65 \text{ хв.};$$

Поверхні 5 і 6:

$$t = \frac{0,22 \cdot 61}{100} = 0,13 \text{ хв.};$$

Поверхня 7:

$$t = \frac{0,45 \cdot 18}{100} = 0,08 \text{ хв.};$$

$$t_o = \sum t = 0,18 + 0,65 + 0,13 + 0,08 = 1,04 \text{ хв.}$$

$$t_o = \sum t_o = 1,15 + 1,04 = 2,19 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$t_1 = 0,33 \text{ хв.} - \text{установка і зняття деталі [12, с. 38, карта 5];}$$

$$t_2 = 0,15 \text{ хв.} - \text{час на перехід [12, с. 88, карта 24];}$$

$$t_g = t_1 + t_2 = 0,33 + 0,15 = 0,48 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [12, с. 94, карта 26]:

$$T_{n31} = 14 \text{ хв.} - \text{налагодження верстата, інструменту та пристосувань};$$

$$T_{n32} = 7 \text{ хв.} - \text{Отримання інструментів і пристосувань до початку роботи і здача їх після закінчення};$$

$$T_{n33} = 5 \text{ хв.} - \text{установка вихідних координат};$$

$$T_{n3} = T_{n31} + T_{n32} + T_{n33} = 14 + 7 + 5 = 26 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування (5% від оперативного) [12, с 94, карта 26]:

$$t_{об} = 0,05 (t_o + t_g) = 0,05 (2,19 + 0,48) = 0,13 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок робочого:

$$t_{отд} = 0,04 (t_o + t_g) = 0,04 (2,19 + 0,48) = 0,11 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{шк} = \frac{T_{n3}}{n} + t_o + t_g + t_{об} + t_{отд} = \frac{26}{50} + 2,19 + 0,48 + 0,13 + 0,11 = 3,43 \text{ хв.}$$

030 4233 Токарна з ЧПУ

Основний час і режими різання:

Позиція 1:

$$t_o = \frac{0,22 \cdot 26}{100} = 0,06 \text{ хв. [14, с. 357, карта 160];}$$

Позиція 2:

$$t_o = \frac{0,76 \cdot 36}{100} = 0,27 \text{ хв. [14, с. 381, карта 175];}$$

Позиція 3:

$$t_o = \frac{0,77 \cdot 5}{100} = 0,04 \text{ хв. [14, с. 381, карта 175];}$$

Позиція 4:

$$t_o = \frac{0,25 \cdot 20}{100} = 0,05 \text{ хв. [16, с. 114, карта 43].}$$

$$t_o = \sum t_o = 0,06 + 0,27 + 0,04 + 0,05 = 0,42 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$t_1 = 0,33 \text{ хв. – установка і зняття деталі [12, с. 38, карта 5];}$$

$$t_2 = 0,15 \text{ хв. – час на перехід [12, с. 88, карта 24];}$$

$$t_g = t_1 + t_2 = 0,33 + 0,15 = 0,48 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [12, с. 94, карта 26]:

$$T_{n31} = 14 \text{ хв. – налагодження верстата, інструменту та пристосувань;}$$

$$T_{n32} = 7 \text{ хв. – отримання інструментів і пристосувань до початку роботи і здача їх після закінчення;}$$

$$T_{n33} = 5 \text{ хв. – установка вихідних координат;}$$

$$T_{n3} = T_{n31} + T_{n32} + T_{n33} = 14 + 7 + 5 = 26 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування (5% від оперативного) [12, с 94, карта 26]:

$$t_{об} = 0,05 (t_o + t_g) = 0,05 (0,42 + 0,48) = 0,05 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок робочого:

$$t_{омд} = 0,04 (t_o + t_g) = 0,04 (0,42 + 0,48) = 0,04 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{шк} = \frac{T_{n3}}{n} + t_o + t_g + t_{об} + t_{омд} = \frac{26}{50} + 0,42 + 0,48 + 0,05 + 0,04 = 1,51 \text{ хв.}$$

035 4153 Зубофрезерна:

Основний час [20, стр. 86]:

$$t_o = \frac{b + l_{ep} + l_{nep}}{n S_o z_{10}} z.$$

Максимальна ширина зубчастого вінця: $b = 85$ мм;

$$\text{Врізання: } l_{ep} = \frac{\sqrt{h (D_{фр} - h)}}{\cos(\beta \pm \lambda)} = \frac{\sqrt{5,63 (100 - 5,63)}}{\cos(0^\circ + 12^\circ)} = 3,62 \text{ мм [20, стр. 86];}$$

Перебіг:

$$l_{nep} = 3 m \operatorname{tg}(\beta + \lambda) + 5 = 3 \cdot 2,5 \operatorname{tg}(0^\circ + 12^\circ) + 5 = 6,59 \text{ мм [20, стр. 86];}$$

Кількість заходів фрези: $z_{10} = 1$;

Кількість зубів: $z = 20$;

$$t_o = \frac{85 + 3,62 + 6,59}{106,69 \cdot 2,5 \cdot 1} \cdot 20 = 7,14 \text{ хв.};$$

Допоміжний час:

$$t_e = t_y + t_u + t_{омтс}$$

$$t_y = 1,65 \text{ хв.} - \text{час на установку деталі [20, стр. 16];}$$

$$t_u = 0,12 \text{ хв.} - \text{час на вимір};$$

$$t_{омтс} = 4\% o m t_o - \text{час на відпочинок і потреби робітника [20, стр. 4];}$$

$$t_e = 1,65 + 0,12 + (0,04 \cdot 7,14) = 2,06 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування [20, стр. 139]:

$$t_{об} = 0,05 \cdot t_o = 0,05 \cdot 7,14 = 0,36 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [20, стр. 62]:

$$T_{нз} = 23 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шк} = \frac{T_{нз}}{n} + t_o + t_e + t_{об} = \frac{23}{50} + 7,14 + 2,06 + 0,36 = 10,02 \text{ хв.}$$

045 4236 Шліфувальна з ЧПУ:

Поверхня 1:

$$l = 83 \text{ мм};$$

$$t_o = \frac{l \cdot 2z_5^{45}}{S_m \cdot 2S_{tx}} = \frac{83 \cdot 2 \cdot 0,32}{4590 \cdot 2 \cdot 0,0098} = 0,59.$$

Поверхні 2, 3, 4:

$$l = 61 \text{ мм};$$

$$t_o = \frac{l \cdot 2z_5^{45}}{S_m \cdot 2S_{tx}} = \frac{61 \cdot 2 \cdot 0,18}{4590 \cdot 2 \cdot 0,005} = 0,48.$$

$$t_o = \sum t_o = 0,59 + 0,48 = 1,07 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$t_1 = 0,33 \text{ хв.} - \text{установка і зняття деталі [12, с. 38, карта 5];}$$

$$t_2 = 0,6 \text{ хв.} - \text{час на перехід [12, с. 127, карта 44];}$$

$$t_g = t_1 + t_2 = 0,33 + 0,6 = 0,93 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [12, с. 130, карта 45]:

$$T_{n31} = 10 \text{ хв.} - \text{налагодження верстата, інструменту та пристосувань};$$

$$T_{n32} = 7 \text{ хв.} - \text{отримання інструментів і пристосувань до початку роботи і здача їх після закінчення};$$

$$T_{n33} = 5 \text{ хв.} - \text{установка вихідних координат};$$

$$T_{n3} = T_{n31} + T_{n32} + T_{n33} = 10 + 7 + 5 = 22 \text{ хв.}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування (9% від оперативного) [12, с 130, карта 45]:

$$t_{об} = 0,05 (t_o + t_g) = 0,09 (1,07 + 0,93) = 0,18 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок робочого:

$$t_{омд} = 0,04 (t_o + t_g) = 0,04 (1,07 + 0,93) = 0,08 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$t_{шк} = \frac{T_{n3}}{n} + t_o + t_g + t_{об} + t_{омд} = \frac{22}{50} + 1,07 + 0,93 + 0,18 + 0,08 = 2,7 \text{ хв.}$$

3.2 Організація робочого місця верстатника

Під робочим місцем розуміється певна ділянка виробничої площі, на якій розміщені верстат та інші пристрої, необхідні для виконання роботи.

Робоче місце повинно бути організоване так, щоб верстатнику не потрібно робити зайвих рухів, які, крім непродуктивної втрати часу, викликають додаткову стомлюваність.

Велике значення має розташування предметів на робочому місці: все, що робітник бере правою рукою, повинно знаходитися праворуч, а предмети, які беруться лівою рукою, - зліва; все, що частіше потрібно, повинно знаходитися ближче.

Кожен вживаний предмет повинен мати своє постійне місце. Це створює звичні рухи та автоматизм у роботі, виключає втрату часу на пошуки предмета.

На робочому місці, крім верстата, повинні бути встановлені інструментальна тумбочка для зберігання пристосувань, інструментів, обтиральних і мастильних матеріалів та інших необхідних предметів; підставка з ящиками для заготовок і готових деталей; дерев'яна решітка для захисту ніг робітника від стружки і вогкості.

Організація робочого місця залежить від характеру виконуваних робіт, однак можна рекомендувати типове планування, яка в більшості випадків є найбільш зручною для токарів-універсалів.

Зліва від робочого приблизно на відстані витягнутої руки і 300 мм від верстата розташовується інструментальна тумбочка з планшеткою для робочого креслення. Праворуч на такій же відстані встановлюється триполочна підставка для ящиків із заготовками і готовими деталями і для великих пристосувань. Позаду верстата на зручному для робочої відстані закріплюється на кронштейні планшетка для контрольних-вимірних інструментів. Лоток для ключів встановлюється праворуч на станині при необхідності його можна перенести на підставку. Перед верстатом на підлозі знаходиться дерев'яна решітка.

Велике значення для економії часу має розташування предметів в тумбочці. Для кожного виду інструментів і пристосувань у ній відводиться спеціальний ящик. У верхньому ящику рекомендується зберігати вимірні інструменти, нижче в декількох ящиках розташовуються різці по типам та інші ріжучі інструменти, дрібні пристосування і ключі. У самому нижньому відділенні поміщаються обтиральні матеріали, маслянка, щітка, гачок для видалення стружки. При цьому важливо, щоб встановлений порядок підтримувався постійно.

Не менше значення має розташування підставки з заготовками і готовими деталями на робочому місці. Токар більшу частину робіт виконує з установкою заготовок у патроні і перенесення їх виконує правою рукою. Тому для виключення зайвих рухів підставку більш зручно встановлювати праворуч від верстатника.

Продуктивність роботи верстатника багато в чому залежить від правильного обслуговування робочого місця, яке включає: 1) своєчасне забезпечення виробничим завданням, технічною документацією, заготовками, інструментами і пристосуваннями; 2) виробничий інструктаж; 3) технічний контроль за якістю обробки деталей і приймання їх після виготовлення; 4) догляд за верстатом і періодичний ремонт; 5) підтримання на робочому місці належної чистоти і порядку.

Обслуговування робочого місця залежить від організації виробництва. В умовах виготовлення деталей невеликими партіями завдання, робоче креслення, виробничий інструктаж про порядок виконання даної роботи та заготовки робітник отримує на початку зміни від майстра або розподільника.

Пристосування, ріжучі та вимірювальні інструменти систематичного користування постійно зберігаються в інструментальній тумбочці на робочому місці і по мірі зносу періодично списуються і замінюються новими в установленому порядку. Для виконання конкретної роботи відсутні інструменти і пристосування токар отримує в інструментально-роздавальній коморі.

Працівники технічного контролю обслуговують робоче місце протягом всієї робочої зміни, виконуючи періодичну перевірку оброблюваних деталей з метою попередження браку, а також контроль і приймання остаточно виготовлених деталей.

Усунення випадкових пошкоджень, планові огляди і ремонти верстата виробляються прикріпленими до ділянки слюсаря – між ремонтниками та електриками.

Щоденний догляд за верстатом, дотримання чистоти і порядку на робочому місці ставиться в обов'язки самого робітника.

4 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Охорона праці при роботі на ділянці з механічної обробки деталей

4.1.1 Загальні положення

- Інструкція розроблена на основі "Рекомендацій Держнаглядохоронпраці" щодо застосування "Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", "Положення про розробку інструкцій по охороні праці для працюючих, "Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці", "Правил по охороні праці на автомобільному транспорті", ГОСТ 12.1.013-78.
- Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.
- До роботи на токарних верстатах допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли спеціальне навчання й одержали дозвіл на виконання токарних робіт.
- Не слід торкатися до електропроводів та інших частин, що проводять струм, а також самому усувати несправності електрообладнання для уникнення ураження електричним струмом.
- Бути уважним, не займатись сторонніми справами й розмовами, не відволікати увагу інших.
- Не стояти і не проходити під піднятим вантажем або поблизу нього.
- Постійно виконувати правила техніки безпеки, утримувати своє робоче місце в чистоті й порядку, не загроможувати проходи.
- Палити в спеціально відведених місцях.
- Помітивши порушення правил по техніці безпеки іншою особою або небезпеку для оточуючих, попередити цю особу або механіка про необхідність дотримання вимог, що забезпечують безпеку праці.
- У випадку травмування або недомагання закінчити роботу, сповістити про це механіка і звернутися в медпункт.

4.1.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

- Надіти робочий одяг. Застібнути або обв'язати обшлагаи рукавів, заправити

одяг так, щоб не було кінців, що розвиваються.

- Оглянути робочий одяг, забрати всі предмети, що заважають при роботі. Робочий інструмент і пристрої розкласти в зручному й безпечному для користування порядку і перевірити справність.
- Переконатися в тому, що робоче місце достатньо освітлене і світло не буде сліпити очі.
- Перевірити наявність, справність і міцність кріплення огороження та інших частин, що обертаються.
- Перевірити чи не обірваний провід заземлюючого пристрою і його з'єднання.
- При закріпленні інструменту в шпинделі за допомогою клинків, гвинтів, планок та інших пристроїв ці елементи не повинні виступати поза межі шпинделя. У випадку неможливого виконання цієї вимоги поверхні вказаних елементів слід закривати захисним пристроєм.
- Перевірити на холостому ходу справність верстату, про всі несправності сповістити механіка і до їх усунення до роботи на верстаті не приступати.

4.1.3 Вимоги безпеки під час роботи

- Знімаючи (згвинчуючи) патрон або планшайбу, необхідно обертати їх тільки вручну. Забороняється для виконання цієї операції включати шпиндель верстата.
- Під час роботи верстата забороняється торкатися обертаючих частин, вводити руку в зону їх руху, класти на верстат деталі та інструменти.
- При обробці в'язких матеріалів (сталей) необхідно застосовувати різці зі спеціальною заточкою або пристрої, що забезпечують роздроблення стружки в процесі різання. При обробці крихких матеріалів і при утворенні роздрібної на малі частини стружки повинні застосовуватись стружковідвідники.
- Обробка металів, що утворюють зливну стружку, повинна проводитися із застосуванням стружколомачів для роздроблення стружки.

- Обпиловка, поліровка, зачистка абразивним полотном деталей, що обробляються на верстатах, повинна проводитися за допомогою спеціальних пристроїв (інструменту) і методами, що забезпечують безпеку виконання цих операцій.
- Прутковий матеріал, що подається для обробки на верстаті, не повинен мати кривизни.
- При обробці на високих швидкостях із метою безпеки необхідно користуватися обертовими центрами.
- Для створення безпечних умов праці при обробці деталей великої довжини повинні застосовуватись люнети.
- Перед кожним включенням верстату переконатися, що його пуск нікому не загрожує небезпекою.
- Ріжучий інструмент підводити до деталі, яка обробляється плавно, без ударів і різкого натиску.
- Вимкнення верстату необхідно здійснювати в наступних випадках: при тимчасовому закінченні роботи; при перерві в подачі електроенергії; для очищення, мащення і наладки верстату; при підтягуванні болтів, гайок, клинків та інших з'єднань деталей; при замірі деталей, які обробляються.

4.1.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- Для уникнення травмування – вставляти або виймати деталі, які обробляються із шпинделя дозволяється лише тільки після повної зупинки.
- При встановленні деталі, яка обробляється в шпиндель верстату слідкувати за надійністю його кріплення й правильністю центрування.
- У випадку засідання або поломки ріжучого інструменту вимкнути станок. Під час роботи верстату не нахилитись близько до шпинделя і ріжучого інструменту.
- Команду «Стій» виконувати швидко, хто б її не подав – це команда запобігання аварії та нещасних випадків.
- Після вимикання верстату не допускається сповільнювати обертання шпинделя рукою або будь-яким іншим предметом.

- При виявленні несправності негайно викликати пожежну бригаду і прийняти заходи по ліквідуванню пожежі наявними засобами пожежогасіння.

4.1.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи

- Виключити електрообладнання.
- Привести до ладу робоче місце. Прибрати інструмент, обладнання, пристрої у відведене для них місце.
- Зняти спецодяг, помити лице, руки теплою водою з милом, при можливості прийняти душ.
- Повідомити майстра про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

4.2 Техніка безпеки. Загальні положення

4.2.1 Електробезпека

Цех механічної обробки деталей за класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом (ПУЕ-6) належить до першого класу небезпеки - приміщення без підвищеної небезпеки: сухі, що не жаркі, з струмонепровідною підлогою, без струмопровідного пилю, а також приміщення з невеликою кількістю металевих предметів, конструкцій, машин тощо або з коефіцієнтом заповнення площі $k < 0,2$ (тобто відношенням площі, зайнятої металевими предметами, до площі всього приміщення).

Основні причини поразки людини електричним струмом:

- випадковий дотик до струмонесучих частин, що знаходяться під напругою (оголених проводів, контактів електроапаратури, шин і т.п.);
- несподіване виникнення напруження там, де в нормальних умовах його бути не повинно;
- поява напруги на відключених частинах електрообладнання (через помилкове включення, наведення напруги сусідніми установками і т.д.);

Для попередження уражень електричним струмом слід строго виконувати правила влаштування електроустановок (ПВЕ), правила технічної експлуатації (ПТЕ) і правила з техніки безпеки (ПТБ). До виконання робіт на

електроустановках допускаються особи, які пройшли навчання і мають відповідне посвідчення.

4.2.2 Механічна обробка металу

При механічній обробці металевих виробів на металорізальних верстатах з оброблюваної поверхні знімається шар металу у вигляді стружки, яка поділяється на стружку сколювання і зливну.

Стружка зливна утворюється при точінні і свердлінні в'язких металів, вона зазвичай сходить з верстата у вигляді суцільної стрічки.

Зливна стружка має складну траєкторію руху при обробці і може своїми гострими крайками нанести робочому важку травму. При великих швидкостях різання ця стружка має високу температуру, яка в окремих випадках досягає 600-700 °С, і при дотику до неї можливі сильні опіки. Крім цього, зливна стружка швидко засмічує робоче місце, вкрай незручна для видалення з верстата і транспортування з цеху.

З метою надання зливній стружці більш безпечної і зручної (для видалення і транспортування) форми застосовують завивку стружки в безперервну спіраль або подрібнюють її за допомогою відповідної геометрії різця, режиму різання або застосування стружколомателів. Завиту в спіраль зливну стружку видаляють двошнековим транспортером.

Режим різання при швидкісному точінні сталі вибирається з таким розрахунком, щоб перетин стружки робив її тендітною і полегшувало подрібнення, що забезпечується відповідною геометрією різця і наявністю на його поверхні стружкоділільних канавок. Досягається це відповідним збільшенням глибини різання або подачі.

Стружколомателі призначені для подрібнення зливний стружки, вони можуть бути виконані у вигляді приварених або напаяних пластин на різці; накладних пластинчастих або пружинних стружколомателів, що представляють собою пороги (виступи). Приварні і напайні стружколомателі прості у виготовленні; їх недоліком є швидке зношення пластин, часто настає завчасне затуплення різця. Накладний стружколомателі закріплюється одночасно з різцем,

завдяки чому забезпечується можливість регулювання положення стружколомателя в залежності від режиму різання, властивостей оброблюваного металу і зносу різця. Подрібнену зливну стружку і сегментну стружку видаляють одношнековим транспортером.

Видалена з верстатів стружка пресується в брикети і відправляється на переплавку.

Захист робітників від ураження стружкою здійснюється за рахунок застосування верстатів закритого типу, обробка на таких верстатах відбувається в закритій камері, а стружка не влучає у навколишній простір.

4.2.3 Пожежна безпека

Цех механічної обробки деталей за ступенем вибухопожежної небезпеки належить до категорії Г - пожежонебезпечне виробництво (вогнетривкі речовини і матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор і полум'я; тверді речовини, рідини і гази, які спалюються або утилізуються як паливо).

Основні причини виникнення пожеж на машинобудівних підприємствах:

- 1) Порушення технологічного режиму;
- 2) Несправність електроустаткування;
- 3) Погана підготовка до ремонту обладнання;
- 4) Самозаймання промасленого дрантя та інших матеріалів;
- 5) Порушення норм і правил зберігання пожежонебезпечних матеріалів, необережне поводження з вогнем, використання відкритого вогню факелів, паяльних ламп, куріння в заборонених місцях, невиконання протипожежних заходів щодо обладнання пожежного водопостачання, пожежної сигналізації, забезпечення первинними засобами пожежогасіння та ін.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі були використані раніше отримані знання щодо визначення технологічності деталі, вибору баз, методів обробки, з розрахунку режимів різання і норм технологічного часу.

У першому розділі виконано аналіз призначення та умов роботи деталі «Піввісь переднього ведучого мосту», що входить до складу механізму переднього моста колісної машини. Визначено вибір методу виготовлення заготовки – штампуванням, та призначено припуски на механічну обробку, спроектовано послідовність оброблення деталі, розроблено маршрутну карту технологічного процесу.

У другому розділі виконано проектування пристосування, яке призначене для нарізування шліців на деталі "Піввісь переднього ведучого моста" у серійному виробництві на зубофрезерному верстаті моделі 5E32. Обробка шліців здійснюється черв'ячною шліцьовою фрезою по методу обкату.

У третьому розділі розраховано нормування технологічних операцій.

В останньому розділі підняті проблеми охорони праці на токарних верстатах.

Наведені в дипломній роботі розрахунки на виготовлення деталі "Піввісь переднього ведучого мосту" дають можливість об'єктивно оцінити всі переваги спроектованого технологічного процесу.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволять знизити собівартість виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання більш сучасного обладнання та більш ефективних технологій.

Для виконання роботи використовувалися такі програми як: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad 2000, КОМПАС 5.11.03, Microsoft PowerPoint.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Анализ точности, шероховатости и состояния поверхностного слоя деталей машин: метод. указания к выполнению практической работы/ сост. Т. М. Гаврилова; Нижнетагил. технол. ин-т (фил.) УГТУ-УПИ. – Нижний Тагил: НТИ(ф) УГТУ-УПИ, 2007. – 16 с.
2. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – М.: Машиностроение, 1973. – 652с.
3. Безопасность жизнедеятельности: метод. указания по подготовке и написанию раздела дипломного проекта/ сост. В. К. Воронин; Нижнетаг. технол. ин-т (фил.) УГТУ-УПИ. – Нижний Тагил: НТИ(ф) УГТУ-УПИ, 2007. – 38 с.
4. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением 2007.-368с.
5. Кодирование деталей в машиностроении: справочник: в 2 т. / Ю.Р. Копылов. – М: Технология машиностроения; Старый Оскол: ТНТ, 2011. – Т.1. – 432с.
6. Кукина Н.Ю. Проектирование механического цеха машиностроительного производства: учеб. пособие / Н. Ю. Кукина; Нижнетагил. технол. ин-т (фил.) УГТУ-УПИ. – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ-УПИ, 2007. – 172 с.
7. "Марочник сталей и сплавов" Под общ. ред. А.С. Зубченко. 2-е издание доп. и испр. М.: Машиностроение 2003г. 784 стр. с ил.
8. Матвеев В.В. «Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении», Челябинск: Юж.-Урал. кН. изд-во, 1979 г. – 111 с.
9. Богуслаев В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В.О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. – Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. – 336 с.: іл. – ISBN 966-7108-70-8.
10. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования многостаночных работ на металлорежущих станках: зав. Редакцией С.А. Юровский; Москва 1989.-57с.
11. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и

среднесерийное производство. Часть I. Токарно-винторезные и токарно-карусельные станки.

12. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. Часть II. Фрезерные станки.
13. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. Часть III. Сверлильные станки.
14. Основы технологии машиностроения. Краткий конспект лекций для студентов немашиностроительных специальностей/ Т. М. Гаврилова, Г.Е. Трекин, Н. Тагил, изд. НТИ УГТУ, 2000, – 211 с.
15. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 656 с.: ил. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 496 с.: ил.
16. Производство зубчатых колёс. Справочник / С.Н. Калашников, А.С. Калашников, Г.И. Коган и др.; под общ. ред. Б.А. Тайца – 3-е изд. перераб. и допол. – М.: Машиностроение, 1990. – 464 с.: ил.
17. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учеб.пособие/ В.И. Аверченков и др.; Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА – М, 2006. -288 с.
18. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – М. Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1989 – 52 с.
19. ОК 012-93 ИО Класс 71. Классификатор ЕСКД.. Детали - тела вращения типа колец, дисков, шкивов, блоков, стержней, втулок, стаканов, колонок, валов, осей, штоков, шпинделей и др.
20. ОК 021-95. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения.

ДОДАТКИ