

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	10
3 Визначення типу та форми організації виробництва	12
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	19
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	24
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	29
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	33
6.5 Розрахунки режимів різання	34
6.6 Технічне нормування операцій.....	40
7 Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки	42
Висновки	50
Перелік джерел посилання	51
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					ТМ 19090078-00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні ведучої 021.04.01	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розробив		Зубко В.В.				4	53	
Перевіриє		Яшина Т.В.						
Н. Контр.		Динник О.Д.				КІ СумДУ, ТМ-71		
Затверд.		Іванов В.О.						

ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток і вдосконалення всього народного господарства країни. Найважливішими умовами прискорення науково-технічного прогресу є зростання продуктивності праці, підвищення ефективності громадського виробництва та поліпшення якості продукції.

Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першорядне значення. Якість машини, надійність, довговічність і економічність експлуатації залежать не тільки від досконалості її конструкції, але і від технології виробництва. Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машини, методів зміцнення робочих поверхонь, підвищує ресурс роботи деталей і машини в цілому, ефективне використання сучасних автоматичних і потокових ліній, верстатів з програмним управлінням, електронних і обчислювальних машин та іншого нової техніки, застосування прогресивних форм організації і економіки виробничих процесів - все це спрямовано на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

В останні роки в машинобудівному комплексі України гранично низький рівень використання виробничих потужностей, використовується морально і фізично застарілі технології та обладнання. Існуючі методи розробки технологічних процесів не спрямовані на підвищення гнучкості сучасного виробництва і не дозволяють приймати рішення на основі даних про реальну виробничої ситуації.

Таким чином, необхідно розробити технологію, яка була б максимальною мірою адаптована до виробництва і дозволяла б реалізувати всі можливості виробничої системи.

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 19090078-00ПЗ				

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Самохідний скрепер (рис.1.1) призначений для пошарової розробки ґрунтів першої та другої категорій, їх транспортування і відсипання шару заданої товщини в споруди або відвали, які зводяться. Допускається застосування скреперів для розробки ґрунтів третьої і четвертої категорій з обов'язковим проведенням попереднього розпушування. Набір ґрунту скрепером проводиться за допомогою трактора-штовхача, оснащеного спеціальними пристроєм для штовхання або відвалом бульдозера.

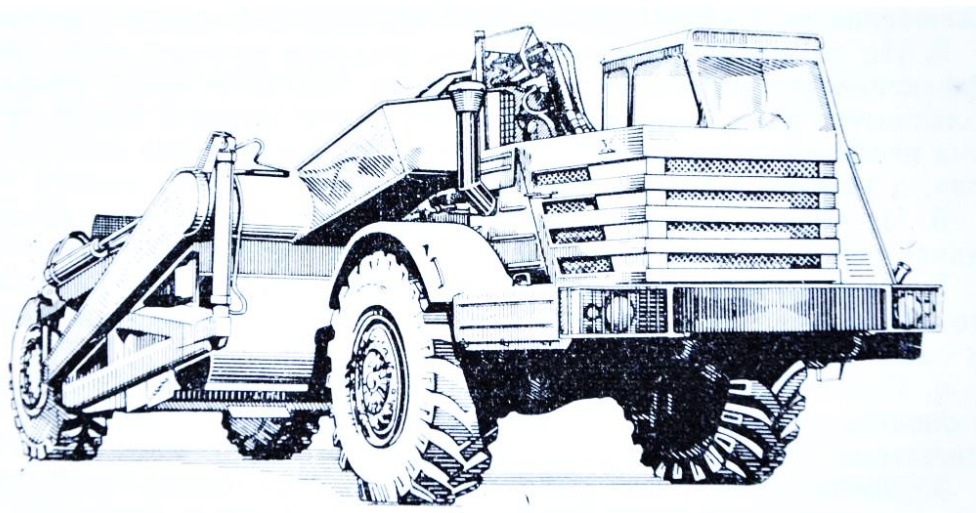


Рисунок 1.1 – Самохідний скрепер 546П

Технічна характеристика самохідного скрепера [19]:

- 1 Номінальна вантажепідємність, кг 16000
- 2 Повна маса самохідного скрепера, кг 36000
- 3 Розподіл навантаження на дорогу від повної маси машини, кН
 - через передню вісь 181,5
 - через задню вісь 171,5
- 4 Маса спорядженого самохідного скрепера, кг 200000

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

Центральний редуктор одноступінчастий з парою конічних шестерень зі спіральними зубами і міжколісним конічним диференціалом. Ведена шестерня головної передачі кріпиться заклепками до правій чашці диференціала. В процесі роботи при значних навантаженнях в зубчастому зачепленні головної передачі виникають великі зусилля, які віджимають ведену шестерню від ведучої, порушуючи правильність зачеплення.

Для забезпечення правильного зачеплення зубів шестерень головної передачі в картері редуктора встановлений обмежувач деформації веденої шестерні. Шестерні головної передачі при складанні проходять попередній підбір. У разі виходу з ладу однієї з шестерень заміні підлягають обидві шестерні в комплекті.

Диференціал ведучого моста – конічний, з чотирма сателітами і двома шестернями напіввісі встановлений на двох конічних роликотідшипників, регулювання яких здійснюється двома гайками. Спільна обробка чашек, що забезпечує точне розташування в них хрестовин, вимагає, в разі необхідності, заміни чашок комплектно.

Для забезпечення рясної подачі мастила до деталей диференціала до лівої чашки приварені маслоуловитель. Шестерні, диференціал і підшипники головної передачі змащуються маслом, яке розбризкується з масляної ванни картера ведучого моста. У бобишки, що знаходяться всередині порожнини картера, запресовані два штифти, на які спирається редуктор головної передачі. Штифти розвантажують болти, що з'єднують картер редуктора з картером ведучого моста, від дії реактивного моменту. Шестерні і підшипники колісної передачі змащуються маслом, яке розбризкується з масляної ванни маточини колеса.

Обслуговування ведучого моста в процесі експлуатації полягає в своєчасному усуненні течі, заміні масла в порожнинах головної і колісної передач, перевірці та підтягування різьбових з'єднань, перевірці та проведенні регулювань.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз робочого креслення деталі «Шестерня ведуча 021.04.01» за [1] показав, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

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

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Шестерня ведуча» відноситься до класу «тіла обертання з елементами зубчастого зачеплення».

Матеріал деталі – Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71 – сталь конструкційна легована. Ця сталь схильна до внутрішнього окислення при газовій цементації, що знижує твердість цементованого шару і межі витривалості. Однак даний матеріал дешевший ніж, наприклад, хромонікелеві сталі [7].

Хімічний склад та механічні властивості сталі 25ХГТ наведені в таблицях 2.1 – 2.2 [7].

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

Таблиця 2.1 – Хімічний склад 25ХГТ ГОСТ 4543-71

C	Mn	Cr	Ti
0,22÷0,29	0,8÷1,1	1,0-1.3	0,03-0,09

Таблиця 2.2 – Механічні властивості 25ХГТ ГОСТ 4543-71

σ_b , МПа	$\sigma_{0.2}$, Мпа	δ , %	ψ , %
не менше			
1300-1500	1000-1100	9-10	45-50

До заданої деталі висуваються наступні вимоги (дод. А):

1 Цементувати: h 1,4...2,0 мм; зуби 57...65 HRCэ; сердцевина зубів 30...45 HRCэ. Ділянку Д від цементації захистити, допускається їх відпал СВЧ.

2 Покриття зубчастого вінця М16. Технічні вимоги за ГОСТ 9301-86. Допускається фосфатувати.

3 Допуск непостійності діаметра в поперечному та повздовжньому перерізах поверхні Г 0,008 мм не більше, Ж – 0,010 мм не більше, И – 0,010 мм не більше.

4 Бокові сторони шліців повинні бути прямими та паралельними між собою до вказаного діаметра.

5 Допускається послаблення двох пар шліців по ширині на 0,03 мм.

6 Інші технічні вимоги за СТБ 1014-95.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

За ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} [3], який визначається за формулою:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$n_{эф}$	O
005	Фрезерно-центрувальна	2,54	0,05	1	0,05	15
010	Токарна з ЧПК	5,77	0,12	1	0,12	7
015	Токарна з ЧПК	2,24	0,05	1	0,05	17
020	Токарна з ЧПК	3,16	0,07	1	0,07	12
025	Шліцефрезерна	13,01	0,28	1	0,28	3
030	Вертикально-свердлильна	5,05	0,11	1	0,11	8
035	Круглошліфувальна	1,06	0,02	1	0,02	36
040	Торцекруглошліфувальна	1,46	0,03	1	0,03	26
045	Зубонарізна	8,67	0,19	1	0,19	5
050	Зубонарізна	9,2	0,20	1	0,20	5
055	Вертикально-свердлильна	0,97	0,02	1	0,02	39
060	Торцекруглошліфувальна	2,34	0,05	1	0,05	16
065	Торцекруглошліфувальна	1,13	0,02	1	0,02	34
	Разом	56,6	-	13	-	223

Визначаємо кількість верстаті за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 4000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год;

n_3 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$$m_{p005} = \frac{4000 \cdot 2,54}{60 \cdot 3900 \cdot 0,80} = 0,05 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстаті.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо за формулою:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \text{ шт} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,05} = 14,74 \approx 15 \text{ шт}$$

Результати заносимо до таблиці 3.1.

Визначаємо сумарну кількість операцій і робочих місць відповідно.

$$\sum O_i = 15 + 7 + 17 + 12 + 3 + 8 + 36 + 26 + 5 + 5 + 39 + 16 + 34 = 223$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 13$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{30} = \frac{223}{13} = 17,15$$

Так як $10 < K_{30} = 17,15 < 20$, то тип виробництва середньосерійний.

Визначаємо добовий випуск деталей за формулою:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{D_p}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, дні; $D_p=253$ дня.

$$N_{\text{доб}} = \frac{4000}{253} = 16 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий фонд часу роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_d}{D_p}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{253} = 925 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=10$;

$$T_{\text{ср}} = \frac{56,6}{13} = 4,35 \text{ хв}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{925}{4,35} \cdot 0,6 = 128 \text{ шт}$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

Середня кваліфікація робітників вища, ніж у масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також наладчиками використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах [5].

Серійне виробництво характеризується випуском деталей партіями, тому визначаємо кількість деталей в партії за формулою [3]:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{4000 \cdot 6}{253} = 95 \text{ шт}$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІ ДЕТАЛІ

Деталь «Шестерня ведуча 021.04.01» Шестерня ведуча – тіло обертання з елементами зубчастого зачеплення. Деталь має велику кількість циліндричних поверхонь, які відносяться до простих. Складними поверхнями є шліцьові, різьбові і зубчасті поверхні. Високі вимоги пред'являються до поверхонь Г, Ж та І, на які встановлюються підшипники.

До деталі пред'являються високі вимоги по точності і шорсткості. Проводиться перевірка на радіальне і торцеве биття поверхонь Г, Ж та І, а також шліців. Необхідно дотримуватися вимог на допуск мінливості діаметра в поперечному і поздовжньому перетинах поверхонь Г, Ж та І. Бічні сторони шліців повинні бути прямими і паралельними між собою.

Деталь виготовлена з конструкційної легованої сталі, і піддається термічній обробці. Цементациї необхідно піддати тільки частини деталі, оберігши від цементациї ділянку Д. Захистити її від цементациї можна тонким шаром міді або ізолювати спеціальними обмазками. Також допускається відпал поверхні Д. Зубчастий вінець допускається фосфатувати, що підвищить його жаростійкість, корозійну стійкість, зносостійкість і твердість. Допускається послаблення двох пар шліц по ширині на 0,03 мм.

Шестерня ведуча є однією з найважливіших деталей в самохідному скрепері. Вона піддається великим навантаженням. Через що необхідно піддавати її хіміко-термічній і термічній обробкам. Матеріал схильний до внутрішнього окислення при газовій цементациї, що знижує твердість цементованого шару та межу витривалості. Однак даний матеріал дешевший ніж, наприклад, хромонікелеві сталі.

Після цементациї деталь піддають термообробці, яка включає в себе загартування і низький відпал. При загартуванні відбувається нагрів заготовки до температури 950 ... 1880 °С з наступним охолодженням на повітрі або нагріванням до температури 2850 °С з наступним охолодженням в

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

маслі. При низькому відпалі відбувається нагрів заготовки до температури 200 °С з наступним охолодженням в воді або маслі. Після термообробки матеріал заготовки набуває механічних властивості наведені в таблиці 1.2 Твердість матеріалу, після термообробки, 156 ... 159 НВ.

Конструкція деталі дозволяє отримати заготовку, форма і розміри якої будуть наближені до форми і розмірів деталі.

З точки зору механічної обробки деталь є взагалі нетехнологічною, так як операція нарізування шліців і зубів зі зняттям стружки виконується малопродуктивними способами. При конструюванні деталі повинні враховуватися питання підвищення продуктивності зубообробки.

Нетехнологічними також є отвори, так як для їх свердління потрібно сконструювати спеціальне пристосування. Якщо всі ці фактори будуть враховані при конструюванні деталі, технологічність може бути значно покращена. З точки зору механічної обробки краще застосовувати більш сучасне обладнання, що дозволить знизити кількість операцій і підвищити продуктивність.

Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь. Допуски призначені тільки на поверхні сполучення. Всі поверхні деталі доступні для обробки на металорізальних верстатах і виміру. Проте конструкція стакану забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки: отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки.

Отже, за аналізом деталі на технологічність, вважаємо, що стакан є технологічним.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При виборі методу отримання заготовок для деталей машин слід враховувати такі фактори як: призначення і конструкція деталі, матеріал, технічні вимоги, серійність випуску, а також економічну доцільність виготовлення [5].

Заготівка деталі «Шестерня ведуча» виходить штампуванням на кривошипно-гречештампвальних пресах (КГШП).

За ГОСТ 7505-89 клас точності даної заготовки – Т4. Група сталі – М1 [17]. Ступінь складності штамповки визначається з відношення:

$$C = \frac{M_{ш}}{M_{ф}}, \quad (5.1)$$

де $M_{ш}$ – орієнтовна маса штамповки, кг;

$M_{ф}$ – маса фігури, в яку можна вписати штамповану заготовку, кг.

Орієнтовна маса штамповки визначається за формулою:

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (5.2)$$

де K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси штамповки; $K_p = 1,5$.

$$M_{ш} = 11 \cdot 1,5 = 16,5 \text{ кг} \quad (5.3)$$

Масу фігури, в яку можна вписати заготовку, визначаємо за формулою, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{ф} = V_{ф} \cdot \gamma, \quad (5.4)$$

де $V_{заг}$ – загальний об'єм;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$;

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi}^2 l_{\phi}}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.5)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 160,65^2 \cdot 321,3}{4} = 6509413 \text{ мм}^3$$

$$M_{\phi} = 6509413 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 51 \text{ кг}$$

$$C = \frac{16,5}{51} = 0,32$$

Так, як $0,16 < 0,32 < 0,32$, то приймаємо ступінь складності С3. Вихідний індекс – 15 [17].

Розраховуємо розміри заготовки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск	Допуск	Розмір заготівки
Ø45	6	1	3,3 × 2	+2,2 -1,0	Ø 51 ^{+2,2} _{-1,0}
Ø153	9	2,5	3,5 × 2	+2,4 -1,2	Ø 160 ^{+1,7} _{-1,3}
Ø75	6	1	2,5 × 2	+0,5 -1,3	Ø 80 ^{+0,5} _{-1,13}
64	14	1	3,3×2	+2,1 -1,1	Ø 70,6 ^{+2,1} _{-1,1}
306	14	12,5	2,0×2	+3,4 -2,6	310 ^{+1,8} _{-1,0}

Виконуємо ескіз заготовки (рис. 5.1).

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу [3]:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.6)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$ – маса заготівки, кг.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{11}{18,2} = 0,60$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою [3], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_{\text{з}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_{\text{з}} - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.9)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготовки, $S_{\text{м}} = 54$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість відходів, $S_{\text{відх}} = 5,4$ грн/кг;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_{\text{т}} = 1,0$;

$K_{\text{с}}$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_{\text{с}} = 0,88$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_{\text{в}} = 0,79$;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_{\text{м}} = 1,21$;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_{\text{п}} = 1,0$;

$$\begin{aligned} S_{\text{заг}} &= (54 \cdot 18,2 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,79 \cdot 1,21 \cdot 1,0) - (18,2 - 11) \cdot 5,4 \\ &= 787,84 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розглянемо другий метод отримання заготовки – з круглого гарячекатаного прокату. За ГОСТ 2590-89 вибираємо стандартний діаметр для заготовки зі сталюого гарячекатаного круглого прокату[18].

Загальний об'єм заготовки визначаємо за формулою:

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.10)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 160^2 \cdot 310}{4} = 6229760 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{з}} = 6229760 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 48,6 \text{ кг}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{11}{48,6} = 0,23$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою [3]:

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

де C_i – базова вартість 1 тони заготівки, $C_i = 6200$ грн.;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 620$ грн.;

$$M = 48,6 \cdot 6,2 - (48,6 - 11) \cdot 0,62 = 278 \text{ грн.}$$

Отже, для отримання заготовки доцільніше застосовувати штампування на КГШП. Технічні вимоги до заготовки:

- 1 Невказані радіуси закруглень 3 мм.
- 2 Допускається повздовжнє та поперечне зміщення напівматриць до 1,5 мм.
- 3 Зовнішні дефекти допускаються на глибину 1/2 фактичного припуску на механічну обробку.
- 4 Допускається ексцентричність стержня відносно головки не більше 1,5 мм.
- 5 Допускається кривизна стержня до 1,2 мм.
- 6 Термообробка: нормалізація.
- 7 Група сталі М1, степінь складності С3, клас точності Т4, вихідний індекс 15 за ГОСТ 7505 - 89
- 8 Інші технічні вимоги за ГОСТ 8479 – 70

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
	4 Точити поверхню ø45,45 мм, торець поверхні ø60 мм 5 Точити канавку ø42,5 мм		
030 Шліцефрезерна	Фрезерувати 10 шліців	Центрові отвори	5350А
035 Слюсарна	Притупити гострі кромки	-	Верстак слюсарний
040 Вертикально- свердлильна	1 Свердлити два отвори ø 6,2 мм в розмір 191 ^{+0,5} мм на прохід 2 Зенкувати фаски 1x45° в отворах	Поверхні заготовки ø70,5 мм та ø75,5 мм	2Н118
045 Кругло- шліфувальна	Шліфувати поверхню ø45,19 мм	Центрові отвори	3А161
050 Торцекругло- шліфувальна	Шліфувати поверхню ø75,2 мм і торець поверхні ø94 мм Шліфувати поверхню ø70,2 мм	Отвір заготовки і торець	3Т160
055 Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК
060 Зубонарізна	Прорізати ввігнуту сторону зубів	Поверхні ø75,2 мм, ø70,2 мм і торець поверхні ø94 мм	528С
065 Зубонарізна	Прорізати зуби і розмір 18,31 ^{-0,3} _{-0,45}	Поверхні ø75,2 мм, ø70,2 мм і торець поверхні ø94 мм	528С
070 Слюсарна	Притупити гострі кромки	-	Верстак слюсарний

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
075 Термічна	Цементувати: h 1,4...2,0 мм; зуби 57...65 HRC _э ; сердцевина зубів 30...45 HRC _э	-	-
080 Вертикально -свердлильна	Правити центрові отвори	Поверхні $\varnothing 75,2$ мм, $\varnothing 70,2$ мм і торець поверхні $\varnothing 60$ мм	2Н118
085 Торцекругло - шліфувальна	1 Шліфувати поверхню $\varnothing 75^{+0,039}_{+0,020}$ мм і торець поверхні $\varnothing 94$ мм 2 Шліфувати поверхню $\varnothing 75^{-0,012}_{-0,032}$	Центрові отвори	3Т160
090 Торцекругло - шліфувальна	Шліфувати поверхню $\varnothing 45^{+0,035}_{+0,018}$ мм і торець поверхні $\varnothing 60$ мм	Отвір заготовки і торець	3Т160
095 Термічна	Покриття зубчастого вінця М16. Технічні вимоги за ГОСТ 9301-86	-	-
100 Промивання	Промити деталь	-	-
105 Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для поверхні $\varnothing 45^{+0,036}_{+0,018}$ мм за допомогою ПК за методикою, викладеною в [3].

Величину розрахункового мінімального припуску визначаємо за формулою:

$$2z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де R_{zi-1} - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

T_{i-1} - глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм.

Сумарне відхилення розташування заготовки визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кр}^2 + \rho_{ц}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де $\rho_{зм}$ – похибка зміщення заготівки, мкм; $\rho_{зм} = 1400$ мкм за ГОСТ 7505-89;

$\rho_{кр}$ – похибка кривизни заготівки, мкм; $\rho_{кр} = 78,7$ мкм;

$\rho_{ц}$ – похибка центрування, мкм; $\rho_{ц} = 934$ мкм.

$$\rho = \sqrt{1400^2 + 78,7^2 + 934^2} = 1685 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{зал}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки.

Для чорнового точіння $k_y = 0,06$; для чистового точіння $k_y = 0,04$; для шліфування – $k_y = 0,02$.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3,4	I, II, IV, VI	Подвійна напрямна база
5	III	Опорна база
6	V	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	1	0

Розглянемо перший спосіб закріплення – по зовнішній циліндричній поверхні з упором в правий торець (рис 6.2). Похибка базування дорівнюватиме допуску на розмір 9,1 мм: $\varepsilon_6 = \delta_1 = 0,18$ мм [2, 4].

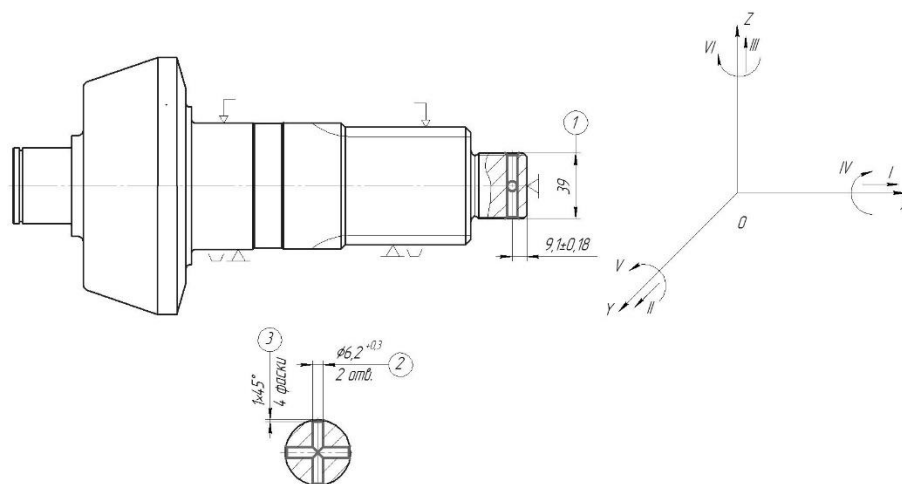


Рисунок 6.2 – Схема базування у спеціальному пристосуванні з упором в правий торець

Розглянемо другий спосіб закріплення – по зовнішній циліндричній поверхні з упором в торець поверхні $\varnothing 70$ мм (рис 6.2).

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 19090078-00ПЗ				

Найбільша і найменша відстань від торця шпинделя до фундаментної плити в мм, 200

Розміри робочої поверхні стола в мм, 360x480

Найбільше вертикальне переміщення столу в мм, 350

Частота обертання шпинделя в об/хв, 180...2800

Найбільший допустимий крутний момент в Нм, 88

Потужність головного електродвигуна в кВт, 1,5

Габаритні розміри в мм, 730x648x1980

На торцекругло-шліфувальній операції застосовуємо торцекругло-шліфувальний верстат 3Т160. Технічні характеристики верстата [16]:

Найбільший діаметр оброблювальної деталі в мм, 280

Найбільша довжина оброблювальної деталі в мм, 1000

Довжина шліфування в мм, 130

Частота обертання шпинделю в об/хв, 1250

Габаритні розміри в мм, 3754x4675x2245

Потужність головного електродвигуна в кВт, 17

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент [5].

На вертикально-свердлильній операції вибираємо наступне устаткування [15, 16]: пристосування спеціальне – для закріплення заготовки; різальний інструмент – свердло 2301-0003 Р6М5 ГОСТ 10903-77; зенківка 2353-0105 Р6М5 ГОСТ 14953-80; вимірювальний інструмент – Калібр-пробка 8133-0241 ГОСТ 16780-71; штангенциркуль ШЦ -125-0,1-2 ГОСТ 166-89.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

На 050 Торцекруглошліфувальній операції вибираємо наступне устаткування [15, 16]: пристосування: центр упорний 7032-0018 ГОСТ 13214-79; патрон паводковий 6152-0164 ГОСТ 13334-67– для закріплення заготовки; різальний інструмент: круг шліфувальний ПП 600×63×305 Э832-50Ст1К 35м/с ГОСТ 2424-81; вимірювальний інструмент: калібр-скоба 8113-0151 ГОСТ 18360-93; індикатор ИЧ 02 кл.1 ГОСТ 577-68; мікрометр МК 250-2 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166-89; зразок шорсткості Ra 1,0 ГОСТ 9378-93.

6.5 Розрахунки режимів різання

За [10, 13, 15, 16] розраховуємо режими різання на вертикально-свердлильну операцію, свердління чотирьох отворів зі сторони лівого торця фланця. Вона складається з таких переходів: центрування, свердління, нарізання різьби.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{мм} \quad (6.4)$$

де d – діаметр свердла, мм;

$$t = \frac{6,2}{2} = 3,1 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу ([15], табл. 25, с. 277). $S_{от}=0,15$ мм/об.

Визначаємо період стійкості свердла ([15], табл. 30, с. 279). При обробці сталі і діаметрі свердла $\varnothing 6,2$ мм $T=30$ хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S_y} K_v, \text{м/хв} \quad (6.5)$$

де C_v , q , m , y – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 28

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

с. 278, [15]). При обробці сталі свердом приймаємо $C_v=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{lV}, \quad (6.6)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [15]. $VK_{MV} = 0,67$

$K_{iV} = 1,0$; (табл. 6, с. 263, [15]);

K_{lV} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (табл. 31, с. 263, [15]);

$K_{пV} = 1,0$;

$$K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,67$$

$$V = \frac{7 \cdot 6,2^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,67 = 18,25 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.7)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 18,25}{3,14 \cdot 6,2} = 937 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстата: $n_d = 900$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.8)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 6,2 \cdot 900}{1000} = 17,5 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

$$M_k = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{Mpr}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (6.9)$$

де C_M , q , y – коефіцієнт та показники степеня на крутний момент (табл. 28 с. 278, [15]). $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$.

$$M_k = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,2^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,22 = 3,55 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{M_k \cdot n_d}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.10)$$

$$N = \frac{3,55 \cdot 900}{9750} = 0,33 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{шп} \quad (6.11)$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.12)$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 1,5$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$N_{шп} = 1,5 \cdot 0,85 = 1,3 \text{ кВт}$$

$$0,33 < 1,3$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d S}, \text{ хв} \quad (6.13)$$

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.14)$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

де l – безпосередня довжина обробки, мм;

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = 0,4 \cdot d, \text{ мм} \quad (6.15)$$

$$y = 0,4 \cdot 6,2 = 2,5 \text{ мм}$$

Величина перебігу $\Delta = 1 \dots 5$ мм.

$$L = 39 + 2,5 + 1,5 = 43 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{43}{0,15 \cdot 900} 2 = 0,64 \text{ хв}$$

Дані заносимо до табл. 2.7.

При визначенні режимів різання табличним методом використовуємо [10, 12, 13, 15, 16].

Розраховуємо режими різання на торцекруглошліфувальну операцію. На даній операції одночасно шліфується зовнішня циліндрична поверхня і торець.

За таблицею 55, с.301 при обробці легованої сталі з повздовжньою подачею вибираємо швидкість круга $V_k = 35$ м/с, швидкість заготовки $V_3 = 25$ м/с.

Визначаємо частоту обертання шліфувального круга та заготовки за формулою:

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 V_k}{\pi D_k}, \text{ об/хв} \quad (6.16)$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 60 V_3}{\pi D_3}, \text{ об/хв} \quad (6.17)$$

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 600} = 1115 \text{ об/хв}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 153} = 52 \text{ об/хв}$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

Коректуємо знайдені значення за паспортними даними верстата $n_k = 1120$ об/хв; $n_3 = 50$ об/хв.

Визначаємо повздовжню подачу за формулою:

$$S_{\text{очорн}} = (0,3 \dots 0,7)B \quad (6.18)$$

$$S_{\text{очорн}} = 0,5 \cdot 63 = 32 \text{ мм/об}$$

$$S_o = (0,2 \dots 0,4)B \quad (6.19)$$

$$S_{\text{очист}} = 0,3 \cdot 63 = 19 \text{ мм/об}$$

Визначаємо поперечну подачу за кожен хід стола (глибину шліфування t). Приймаємо $S_{\text{поп}} = t = 0,005-0,015$ мм/хід. Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата: $S_{\text{поп}} = 0,005$ мм/хід.

Визначаємо швидкість руху повздовжньої подачі за формулою:

$$V_{\text{Сповз}} = \frac{S_o n_3}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.20)$$

$$V_{\text{Сповзчорн}} = \frac{32 \cdot 40}{1000} = 1,28 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{Сповзчист}} = \frac{19 \cdot 76}{1000} = 1,44 \text{ м/хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата:

$$V_{\text{Спов}} = 2,5 \text{ м/хв}, V_{\text{Спов}} = 1,5 \text{ м/хв}.$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання $N_{\text{різ}} = 4,6$ кВт.

Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата $N_{\text{шп}}$:

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$$

$$4,6 < 8,5$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

6.6 Технічне нормування операцій

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [3, 11, 14].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт, хв}} \quad (6.23)$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв.;

n_3 – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на операції, хв.

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.24)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв.;

$a_{\text{орг}}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;

$a_{\text{відп}}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %.

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

де T_0 – основний час на операцію, хв.;

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де $T_{\text{уст}}$ – час на установку та зняття деталі, хв.;

$T_{\text{пк}}$ – час на прийоми керування, хв.;

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання, хв.

Технічне нормування вертикально-свердильної операцію.

Допоміжний час на операцію:

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$T_d = 0,16 + 0,03 + 0,01 + 0,27 + 0,29 = 0,76 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = 0,96 + 0,76 = 1,72 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 1,72 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,86 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за табл. 6.5 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=20$ хв.

$$T_{шт-шк} = \frac{20}{95} + 1,86 = 2,1 \text{ хв}$$

Технічне нормування торцекруглошліфувальної операції.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що $T_{уст} + T_{зв} = 0,334$ хв, табл. 5.3 с. 198; $T_{пк} = 0,035$ хв, табл. 5.8 с. 203; $T_{вим} = 0,07$ хв, табл. 5.10 с. 206.

$$T_d = 0,334 + 0,035 + 0,07 = 0,44 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо, враховуючи, що $T_o = 2,71$ хв.

$$T_{оп} = 2,71 + 0,44 = 3,15 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 3,15 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 3,4 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за табл. 6.8 с. 220, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=10$ хв.

$$T_{шт-шк} = \frac{10}{95} + 3,4 = 3,51 \text{ хв}$$

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		41

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Для високої якості обробки деталі особливе значення має правильний вибір конструкції пристосування. Необхідно спроектувати пристосування на вертикально-свердлильну операцію за методикою, викладеною в [2, 4]. На даній операції свердяться два взаємно перпендикулярні отвори $\varnothing 6,2^{+0,3}$.

Використання цього пристосування сприяє підвищенню продуктивності і точності обробки, полегшення умов праці, розширення технологічних можливостей обладнання, підвищення безпеки роботи [5].

Точність форми та розміщення поверхонь.

Конструктором не задано точність форми та розміщення отриманих поверхонь, тому виконуємо їх відповідно до ГОСТ 24643-81.

Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.

До вертикально-свердлильної операції на заготовці були підготовлені чистові бази: торці (306 ± 1 мм); зовнішні поверхні ($\varnothing 70,5$ мм та $\varnothing 75,5$ мм).

Шорсткість базових поверхонь – Ra 3,2 мкм.

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється з зони різання, стола верстата при виключеному обладнанні. Захисний кожух не дозволить в процесі обробки розлітатися стружці та охолоджуючій рідині.

Робоча температура навколишнього середовища $t = 20 \pm 5^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря 80%, атмосферний тиск $P_{\text{ат}} = 86 \dots 106$ кПа, швидкість руху повітря – 0,5 м/с, частота вібрації, виниклих в результаті роботи обладнання в цеху $f = 20\text{-}30$ Гц, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1500 Люкс [2].

Складання переліку виконуваних функцій [4].

Даний перелік функцій дозволяє попередньо ознайомитись з об'ємом робіт по використанню пристосування та зробити аналіз функцій: 0 – Переміщення та попередня орієнтація пристосування; 1 – Базування заготовки; 2 – Закріплення заготовки; 3 – Базування пристосування на

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

верстаті; 4 – Закріплення пристосування на верстаті; 5 – Підвід та відвід енергоносіїв; 6 – Утворення сили для закріплення; 7 – Управління енергоносіями; 8 – Обробка заготовки; 9 – Досягнення безпечних умов праці; 10 – Об'єднання функціональних вузлів.

Розрахунок затискного пристрою [2].

Деталь встановлюється на призму до упору в торець і затискається прихватом зверху.

Жорстка опора по торцю деталі звільнює деталь одного степеню свободи, призма звільнює деталь трьох степенів свободи, а прихват полишає одного степеню свободи. Отже, дана схема базування полишає п'яти степенів вільності, що являється подвійно-напрямною-опорною базою (ПНОБ).

Дана схема закріплення дозволяє обробляти деталь без значних деформацій і отримати потрібні точностні характеристики.

Погрішність базування при обробці двох отворів на $\varnothing 32_{-0,039}^0$ мм встановлюємо на призму $\alpha=90^\circ$. Погрішність базування визначасмо за формулою для кута призми $\alpha=90^\circ$:

$$E=1,21 \times T_d, \text{ мкм} \quad (7.1)$$

де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, якою деталь встановлюється на призму

$$T_d = es - ei, \text{ мкм} \quad (7.2)$$

$$T_d = 0 - (-0,039) = 0,039 \text{ мм} = 39 \text{ мкм}$$

$$E = 1,21 \times 39 = 47,19 \text{ мкм}$$

На точність обробки впливає ряд технологічних факторів, які визивають загальну погрішність обробки ϵ_0 , яка не повинна перевищувати допуск $\delta = 400$ мкм розміру, який виконується при обробці заготівки.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

Розрахунок похибки ε_{np} зводиться до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \times \sqrt{(k_{T1} \times \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + (k_{T2} \times \omega)^2}, \text{ мкм} \quad (7.3)$$

де δ – допуск при обробці розміру заготовки; $\delta = 400$ мкм

k_T – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілення; $k_T = 1,0$; с.85 [4];

k_{T1} – коефіцієнт, який враховує зниження граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; $k_{T1} = 0,8$; с.85 [4];

k_{T2} – коефіцієнт, який враховує частки похибки обробки в сумарній похибці, що викликана факторами, які залежать від пристосування; $k_{T2} = 0,6$; с.85 [4];

ω – економічна точність обробки; $\omega = 100$ мкм с.214 табл П13 [4];

ε_{δ} – похибка базування; $\varepsilon_{\delta} = 15,73$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення, яка виникає внаслідок зміщення деталі під дією прикладеної сили затиску $\varepsilon_3 = 70$ мкм, с.209 табл. ПЗ [4];

ε_y – похибка установки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (7.4)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{19,36^2 + 70^2} = 72,6 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{np} \leq 400 - 1,0 \times \sqrt{(0,8 \times 19,36)^2 + 70^2 + 72,6^2 + (0,6 \times 100)^2} = 282 \text{ мкм}$$

Величину необхідного затискного зусилля визначають на основі рішення завдання статички, розглядаючи рівновагу заготовки під дією прикладених до неї сил. На заготовку при обробці діє осьова сила P_z .

Необхідну сила закріплення розраховуємо для дії осової сили та моменту за формулою [4], таблиця 4.4с. 85:

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$Q = \frac{K}{f} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (7.5)$$

де K – коефіцієнт запасу

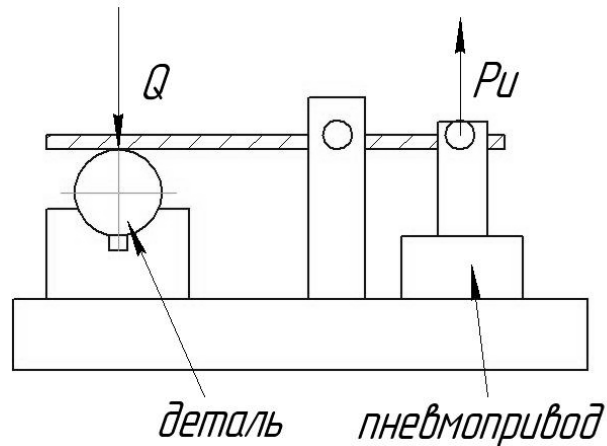


Рисунок 7.1 – Розрахункова схема сил закріплення заготовки

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (7.6)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$; [4], с. 119;

K_1 – коефіцієнт, що враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на обробляючих поверхнях, $K_1 = 1,4$; [4], табл. 4.1с. 118;

K_2 – коефіцієнт, характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_2 = 1,2$; [4], с. 119;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$; [4], с. 119;

K_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сил закріплення в затискному механізмі, $K_4 = 1,0$; [4], с. 119;

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$; [4], с. 119;

K_6 – коефіцієнт, що враховує наявності моменту, що крутить, $K_6 = 1,0$ [4], с. 120.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

$$P_u = \frac{140 - 80}{80} \cdot 95000 = 71,5 \text{ кН}$$

Виходячи з розрахованої сили затиску розраховуємо діаметр пневматичного циліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot (P_u + q)}{\rho \times \eta \times \pi} - d^2},$$

де P_u – сила затиску;

ρ – тиск стислого повітря, $\rho=0,4 \dots 0,6$ МПа, приймаємо $\rho=0,5$ МПа;

η – ККД, $\eta=0,85 \dots 0,95$, приймаємо $\eta=0,85$;

q – сила протидії пружини; приймаємо $q=100$ Н;

d – діаметр штоку; приймаємо $d=40$ мм;

Діаметр пневмоциліндру розраховуємо за силою затиску при протидії крутному моменту

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot (71,2 + 0,1)}{0,5 \times 0,85 \times 3,14} - 40^2} = 92,5 \text{ мм}$$

Основні параметри пневматичного циліндра вибираємо з табл. 1, с.426 [2]:

- приймаємо пневмоциліндр з діафрагмою діаметром $D = 100$ мм;
- діаметр штока $d = 16$ мм;
- сила, що штовхає – $71,2$ кН;
- тиск в системі $\rho=0,5$ МПа.

Одним з основних переваг діафрагмових приводів є їх швидкісна дія та постійне зусилля. Недоліком – ударна дія приводу, яка створює шум.

Для забезпечення заданих точності й продуктивності обробки заготовок конструкція пристосування повинна бути надійна

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

$$F_{кр} = \frac{3.14^3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^4}{(1 \cdot 20)^2} = 154,8 \text{ кН}$$

Щоб дізнатися чи достатня міцність гвинта потрібно щоб виконувалась рівність:

$$[F_{кр}] \geq F_{кр}$$

$$400 \geq 154,8 \text{ кН}$$

Отже умова виконується, це означає, що гвинт здатний витримати дане навантаження без деформацій.

Пристрій призначений для закріплення заготовки під час обробки двох отворів Ø6,2 мм в умовах середньо-серійного виробництва.

Пристрій складається з пневмоциліндра, керованого крановим пневморозподільвачем, корпусу, важелю та установчих призм. Для кріплення пристрою до столу верстата в основі корпусу передбачені чотири проушини.

Щоб закріпити заготовку, необхідно за допомогою кранового пневморозподільвача подати повітря в штокову порожнину, завдяки цьому шток з діафрагмою рухаються вниз - заготовка закріплюється. При випусканні повітря зі штокової порожнини діафрагма зі штоком рухаються вниз, завдяки дії розтисненої пружини ,що знаходиться під важелем, тим самим розкріпляючи заготовку.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення самохідного скрепера і його ведучого моста. Виконано опис конструктивних особливостей шестерні ведучої та умов його експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення.

- встановлено, що тип виробництва середньо-серійний;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято заготовку, отриману на КГШП.

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: вертикально-свердлильну та торцекругло-шліфувальну: обрані найбільш раціональні схеми базування, металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для вертикально-свердлильної операції та розроблена карта наладки для торцекругло-шліфувальної операції.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия/ И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Стали и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

										Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 19090078-00ПЗ

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

11 Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

13 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

14 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

15 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

16 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

17 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

18 ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный. Сортамент.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

19 Скрепер самоходный МоАЗ-6014 [Электронный ресурс]/
Трактороэкспорт// Руководство по эксплуатации 6014-3902002. – Электронные
данные. – Режим доступа:
https://zinref.ru/avtomobili/Moaz/000_00_samokhodnyy_skreper_moaz_6014_ruko_vodstvo_po_ekspluatatsii_6/002.htm – Название с экрана.

20 Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					ТМ 19090078-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53