

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення торсіону 28.04.974

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-91К*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ніженець А.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«__» _____ 2023 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ ТОРСІОНУ 28.04.974

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Ніженець А.М.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

2023

Форма № Н-9.01

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Іванов
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Ніженець Андрій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення торсіону 28.04.974*

керівник проекту *Приходько О.М.*

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 202_ року _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» _____ 202__ року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

Креслення деталі «Торсіон 28.04.974»

Річний обсяг випуску деталей – 3000 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	27.04.2023	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	29.04.2023	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	30.04.2023	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	02.05.2023	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	04.05.2023	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	19.05.2023	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установавання і закріплення заготовки</i>	25.05.2023	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	28.05.2023	
9	<i>Оформлення креслень</i>	29.05.2023	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	05.06.2023	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	08.06.2023	

Студент

_____ (підпис)

Ніженець А.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 67 с., 23 табл., 14 рис., 61 формула, 12 літературних джерел

Об'єкт дослідження – Торсіон 28.04.974

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення торсіону 28.04.974.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки торсіону проаналізовані дві операції, а саме: фрезерно-центрувальна та шпонково-фрезерна. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування та маршрутний технологічний процес виготовлення торсіону 28.04.974.

ТОРСІОН, ПІДВІСКА, ЗАДНЯ БАЛКА, КЛІРЕНС, ПРИПУСКИ, СХЕМА
БАЗУВАННЯ, СВЕРДЛО, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ФРЕЗА.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.	
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва	14
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	21
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі	29
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	31
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	35
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	40
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	43
6.5 Розрахунки режимів різання	44
6.6 Технічне нормування операцій.....	54
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	59
Висновок.....	65
Список використаних джерел	66
Додатки	

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>		
		№ докум.	Підпис				
Розробив		<i>Ніженець А.М.</i>		<i>Проектування технологічного процесу виготовлення Торсіону 28.04.974</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Приходько О.М.</i>			5	67	
Реценз.					<i>СумДУ, ТМ-91к</i>		
Н. Контр.		<i>Динник О.Д.</i>					
Затв.		<i>Іванов В.О.</i>					

В умовах швидкого росту машинобудування це дає реальну базу під технічне переозброєння виробничої бази країни у відповідності з сучасними вимогами політики України налічує біля 1000 підприємств, в яких зайнято понад мільйона чоловік. Машинобудівний і військово-промисловий комплекс України має також значний потенціал, до складу якого входять сотні науково-дослідних установ, де працюють понад 100 тисяч чоловік.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

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

Задана деталь «Торсіон 28.04.974» розташовується в корпусі задньої балки приводу автомобіля підвищеної прохідності УАЗ-462 та працює на скручення, виконуючи роль пружини, зачеплюючись з елементами підвіски, що показаний на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – УАЗ-462

Даний автомобіль виготовлявся на Ульяновському автомобільному заводі з 1965 року. УАЗ-462 був першою самостійною серійною моделлю автозаводу, що створений на базі УАЗ-462, оснащувався двигуном збільшеного об'єму та підсиленним рамним каркасом. За час випуску було виготовлено близько 500 тисячі екземплярів, але до наших днів збереглося близько десятка автомобілів. Автомобіль розроблявся для всіх галузей народного господарства, новітня, на той час, незалежна торсіонна підвіска у парі з великим кліренсом, дозволяли його експлуатацію в умовах бездоріжжя

Задана деталь входить до складу підвіски задньої балки (рис 1.2) і виконує функції демпфера, поглинаючи навантаження.

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

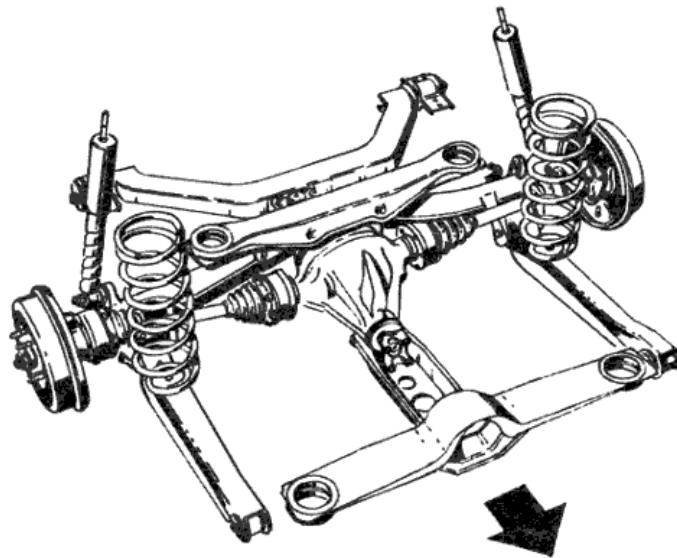


Рисунок 1.2 – Схема задньої підвіски УАЗ-462

Характерні особливості даної підвіски, що вона дозволяє сприймати великі перевантаження, від чого страждав комфорт пасажирів, але забезпечувалася всюдихідність автомобіля: В силу таки навантажень її середній ресурс складав близько 5000 км.

Торсіон виготовлений методом штампування, що забезпечує високу міцність та стабільність якості.

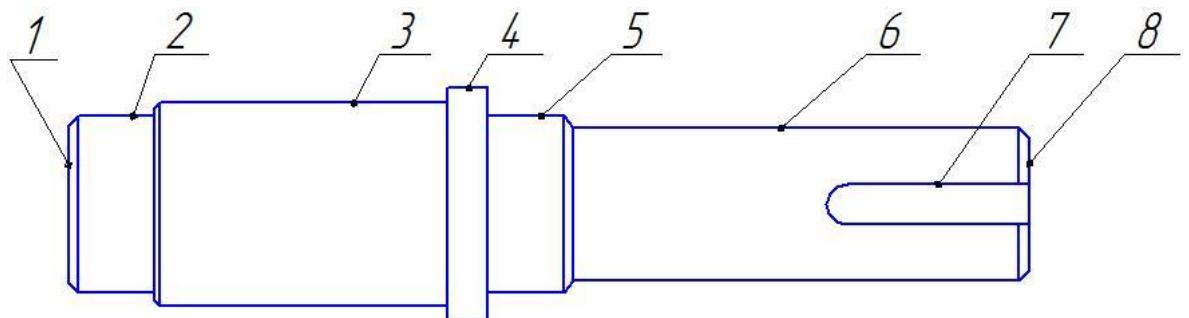


Рисунок 1.3 – Деталь «Торсіон 28.04.974»:

Основна поверхня, до неї відносяться основні робочі поверхні за допомогою яких визначається положення деталі у виробі – це поверхні 2 та 5;

Допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної – це поверхні 6 та 7;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 21850021-00 ПЗ

Арк.

8

Виконавча поверхня, яка вказує службове призначення даного виробу –
поверхня 3;

Вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені
для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою – 1,
4, 8.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Торсіон має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям. Деталь дозволяє використати новітні методи обробки, а саме: точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів та можуть бути виконані на верстатах нормальної точності.

До заданої деталі висуваються наступні вимоги:

а) точність циліндричних поверхонь $\varnothing 35$, не гірше 6-го квалітету точності, $\varnothing 40$ не гірше 8-го та $\varnothing 46$, $\varnothing 30$ не гірше 11-го квалітету точності;

б) шорсткість циліндричних поверхонь не гірше $Ra=1,25$ мкм;

в) допуск радіального биття поверхонь $\varnothing 35k6$, $\varnothing 40x8$ і $\varnothing 30h11$ відносно вісі не більше 0,05 мм.

Згідно з технічними вимогами інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

Слід зауважити, що більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування не відповідають стандартним значенням, але це не впливає на точність виготовлення самої деталі.

На основі аналізу робочого креслення деталі «Торсіон 28.04.974» можна сказати, 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.

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 21850021-00 ПЗ

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».

Креслення виконане за допомогою графічного редактора «Компас-3D» 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».

Вибір матеріалу валу залежить від призначення передачі та умов її роботи. Сталь 40Х ГОСТ4543-71 призначається для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кільця, шпинделі, рейки, зубчасті вінці, зубчасті колеса, болти, піввісь, втулки і інші деталі підвищеної міцності. Хімічний склад Сталі 40Х наведено в таблиці 2.1, а основні механічні властивості в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40Х

Масова частка елемента, %							
C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
				Не більше			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,3	0,3	0,035	0,035

Механічні властивості сталі 40Х занесені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 40Х

σ_0 , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
780	980	10	45	59

Сталь 40Х придатна до відпуску. Завдяки великій міцності та досить гарній прогартовуваності саме цю сталь використовують для виготовлення колінчастих валів, зубчастих коліс, осей і т.д. Недоліком сталі є схильність до відпускнуї крихкості другого роду.

Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі, щоб досягти заданої твердості матеріалу HB 229...245

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Всі вимоги обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою 2.2:

$$m_p = \frac{N \times T_{шт}}{60 \times F\partial \times n_3}, \quad (3.2)$$

де N - річна програма випуску, шт.;

$T_{шт}$ - норма штучного часу, хв.;

$F\partial$ - дійсний річний фонд часу, год.;

n_p - нормативний коефіцієнт завантаження

$$m_{p005} = \frac{3000 \times 5,1}{60 \times 4029 \times 0,75} = 0,06$$

Приймаємо $P=1$ верстат. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження за формулою 2.3:

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

$$n_{зф.005} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі 2.4:

$$O = \frac{n_{з.п.}}{n_{з.ф.}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,75}{0,06} = 12,5 \approx 13 \text{ шт}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 3.1

$$\sum O_i = 13+11+50+39+75=188$$

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

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{30} = \frac{188}{5} = 37,6$$

Тип виробництва дрібносерійний, так як виконується умова :

$$20 < K_{3,0} = 37,6 < 40$$

Всі подальші розрахунки будемо виконувати для умов дрібносерійного виробництва. Дрібносерійний тип виробництва характеризується вузькою номенклатурою виробів, які випускаються у невеликій кількості. Використовуються спеціальні і спеціалізовані верстати, які встановлюються по ходу технологічного процесу.

Пристрій та інструмент може застосовуватись як спеціальний, так і універсальний.

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей:

$$N_{\text{доб.}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C} \quad (3.5)$$

де C – кількість робочих днів у році, $C=254$ днів

$$N_{\text{доб.}} = \frac{3000}{254} = 8 \text{ шт/день}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Добовий фонд часу роботи обладнання:

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot F_d}{254} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Середня трудомісткість механічних операцій:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_{\text{шт-к}}}{n} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=5$;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{9,78}{5} = 1,956 \text{ хв}$$

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

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

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{952}{1,956} \cdot 0,6 = 292 \text{ шт.}$$

Коротка характеристика визначеного типу виробництва

Дрібносерійний тип виробництва характеризується виготовленням виробів не великими серіями обмеженої номенклатури, що складаються з однойменних, однотипних за конструкцією і однакових за розмірами виробів, порівняно невеликими обсягами [10]. Партії повторюються з відомою регулярністю за періодом запуску і кількістю виробів у партії. Основним принципом цього виду виробництва є виготовлення всієї партії цілком як в

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

обробці деталей, так і в збиранні. Річна номенклатура ширша за номенклатуру випуску в кожному місяці. За робочими місцями закріплено більш вузьку номенклатуру операцій, Кз.о = 30 – 40 операцій.

Верстати застосовуються різноманітних видів: універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегатні, інколи з ЧПК. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва інших, що трохи відрізняються від першої в конструктивному відношенні.

Значна частина устаткування складається з універсальних верстатів, оснащених як спеціальними, так і універсально-налагоджувальними (УНП) і універсально-збірними (УСП) пристосуваннями, що дозволяє знизити трудомісткість і здешевити виробництво.

Для переходу до обробки партії інших деталей переналагоджують устаткування і технологічне оснащення (пристосування й інструмент).

Поряд з універсальними можуть застосовуватися спеціалізовані і спеціальні пристосування, спеціалізований і спеціальний різальний інструмент, вимірювальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Все це устаткування та оснащення в серійному виробництві можна застосовуватися досить широко, тому що при повторюваності процесів виготовлення тих самих деталей зазначені засоби виробництва дають техніко-економічний ефект.

Дрібновиробництво більш економічне, ніж одиничне, тому що ефективніше використання устаткування, спеціалізація робітників, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

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.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Досягнення максимальної технологічності деталі та виробу в цілому дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити затрати, скоротити час на виготовлення, але при цьому забезпечити відповідну якість та точність.

Якісне оцінювання полягає у перевірці відповідності конструкції деталі вимогам, які забезпечують її технологічність під час отримання заготовки, механічної обробки та складання виробу. Якісне оцінювання ґрунтується на інженерно-візуальних методах і визначається на основі досвіду виконавця такими показниками: добре – погано, припустимо – неприпустимо тощо.

До якісних показників відносяться: конструкція деталі, матеріал деталі, спосіб отримання заготовки, установка на верстаті (базування та закріплення), розташування розмірів, допусків форми та розташування поверхонь, геометрична форма, можливість використання прогресивних способів обробки поверхонь тощо [11].

Деталь – торсіон – виготовлена з вуглецевої сталі 40Х і проходить термічну обробку, під час якої можуть з’явитися викривлення та інші дефекти при нагріванні і охолодженні деталі. Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Дана деталь відноситься до класу «валів». Деталь має досить складну геометричну форму і складається з таких конструктивних елементів: зовнішні циліндричні поверхні: $\varnothing 30_{h11}$ мм; $\varnothing 46_{h11}$ мм; $\varnothing 40_{x8}$; 35k6; 4 фаски: $2 \times 45^\circ$; выдкритий шпонковий паз: $4 \times 8 \times 40$.

На кресленні проставлені всі необхідні розміри. Найточнішими поверхнями є зовнішні циліндричні поверхня $\varnothing 35_{k6}$, що відповідає 6-му квалітету точності/

Дану деталь можна вважати технологічною, її можна обробляти всіма видами лезвійного інструменту на існуючому обладнанні, важкодоступних поверхонь немає.

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів: перший – заготовка одержана методом прокату; другий – методом штамповки.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (прокат). Дані заносимо в таблицю 5/1

Таблиця 5.1 – Заготовка прокат

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [2], с.584, табл.3.	Допуск [3], с.169, табл.62	Розмір заготовки
Ø46	11	5,0	2×2,0	+0,4 -0,7	Ø50 ^{+0,4} _{-0,7}
190	14	6,3	2×2,0	+0,8 -0,2	194 ^{+0,8} _{-0,2}

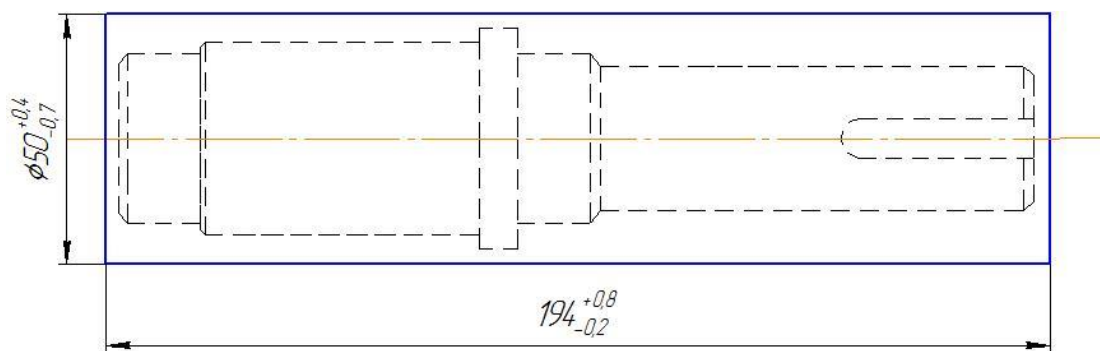


Рисунок 5.1 – Прокат

Визначаємо масу заготовки за формулою 2.5:

$$m_z = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де $V_{заг}$ - загальний об'єм, який складається з простих фігур;

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

γ – густина сталі; $\gamma = 7,8 \times 10^{-6}$ кг мм³

$$V_{заг} = \frac{\pi D^2}{4} \times l, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

$$V_{заг} = \frac{3,14 \times 50^2}{4} \times 194 = 380725 \text{ мм}^3$$

$$m = 380725 \times 7,8 \times 10^{-6} = 2,97 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки: [1] с.30

$$S_{заг} = M + \Sigma Co.з.; \text{ грн} \quad (5.3)$$

де M- затрати на матеріал заготовки;

$\Sigma Co.з.$ - технологічна собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.з = \frac{Cп.з. \times Tшт}{60 \times 100}; \text{ грн} \quad (5.4)$$

де Cп.з. - приведені затрати на робочому місці;

Tшт – штучний час виконання заготівельної операції.

Відрізання заготовки пилами діаметром до 140 мм – 1210 коп./год.,
фрезерно-центрувальна - 2500 коп./год.

Витрати на матеріал, визначають по масі прокату, який необхідний для виготовлення деталі за формулою 5.5:

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = Q \times S - (Q - q) \times \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де Q - маса заготовки, Q = 6,22 кг;

q – маса деталі, q = 3,51 кг;

S – ціна одного кілограма матеріалу, S = 3600 грн;

S_{відх} - ціна однієї тони відходів, S_{відх} = 281 грн.

Відрізка :

$$T_o = 0,19 \times D^2, \text{ хв} \quad (5.6)$$

де D - діаметр заготовки, мм;

$$T_o = 0,19 \times 50^2 = 513,76 \times 10^{-3} = 0,475 \text{ хв};$$

$$T_{\text{шт}} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.7)$$

де φ_k - коефіцієнт, який залежить від обладнання та виду виробництва;

T_o – основний час на обробку деталі, хв.;

$$T_{\text{шт}} = 1,51 \times 0,475 = 0,717 \text{ хв}$$

$$C_{o.3_1} = \frac{1210 \times 0,717}{60 \times 100} = 0,144 \text{ грн.};$$

Центрування

$$T_o = 0,52 \times d \times l, \text{ хв} \quad (5.8)$$

де d- діаметр отвору, мм;

l- довжина отвору, мм

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$T_0 = 0,52 \times 4 \times 5 = 10,4 \times 10^{-3} \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = \varphi_k \times T_0, \text{ хв} \quad (5.9)$$

$$T_{шт} = 1,3 \times 10,4 \times 10^{-3} = 0,01352 \text{ хв.}$$

$$Co_{z_2} = \frac{2500 \times 0,01352}{60 \times 100} = 0,0056 \text{ грн.};$$

Визначаємо загальну технологічну собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co_{z_3} = Co_{z_1} + Co_{z_2}, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$Co_{z_3} = 0,144 + 0,0056 = 0,1496 \text{ грн.}$$

Визначаємо затрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{2,97 \times 3600}{1000} - (2,97 - 1,4) \times \frac{281}{1000} = 10,25 \text{ грн}$$

$$S_{заг} = 10,25 + 0,1496 = 10,40 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (5.11)$$

$$K_{вм} = \frac{1,4}{2,97} = 0,47$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (штамповка). Дані заносимо в таблицю.

Таблиця 5.2 – Розрахунок припусків заготовки - штамповка

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [4], с.149 табл.12	Допуск [4], с.32 табл.3.5	Розмір заготовки
1	2	3	4	5	6
$\text{Ø}35\text{k}6$	6	1.25	2×2,0	+2,1 -1,1	$\text{Ø} 39^{+2,1}_{-1,1}$
$\text{Ø}46\text{h}11$	11	5.0	2×2,0	+2,1 -1,1	$\text{Ø} 50^{+2,1}_{-1,1}$
$\text{Ø}30\text{h}11$	11	5.0	2×2,0	+2,1 -1,1	$\text{Ø} 34^{+2,1}_{-1,1}$
190	14	6,3	2×2,2	+1,0 -0,4	$194,4^{+1,0}_{-0,4}$
17	14	1,25	2×2,0	+0,9 -0,4	$21^{+0,9}_{-0,4}$
90	11	5,0	2×2,2	+0,9 -0,4	$94,4^{+0,9}_{-0,4}$
58	14	6,3	2×2,0	+0,9 -0,4	$62^{+1,0}_{-0,4}$

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом штампування на рисунку 5.2.

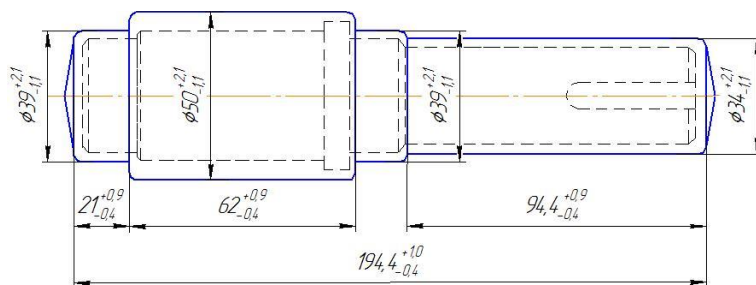


Рисунок 5.2 – Штамповка

Визначаємо масу заготовки за формулою:

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$m_3 = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.12)$$

де $V_{заг}$ - загальний об'єм, який складається з простих фігур, мм³;

γ - густина сталі; $\gamma = 7,8 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$

$$V_{заг} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \text{ мм}^3 \quad (5.13)$$

$$V_n = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \times l_n$$

$$V_1 = V_3 = \frac{3,14 \times 39^2}{4} \times 21 = 250737 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \times 50^2}{4} \times 62 = 121675 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{3,14 \times 34^2}{4} \times 94,4 = 856644 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг} = 2 \times 250737 + 121675 + 856644 = 2574868 \text{ мм}^3$$

$$m = 2574868 \times 7,8 \times 10^{-6} = 2,0 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки: [1] с.31

$$S_{заг} = \left(\frac{C_1}{1000} \times Q \times K_m \times K_c \times K_e \times K_M \times K_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.14)$$

де C_i - базова вартість 1 тони заготовки, грн; $C_i = 1850$ грн;

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S_{відх}$ – вартість 1 тони відходів, грн; $S_{відх} = 281$ грн;

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_m = 1,0$ [1] с.37

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_c = 1,0$ [1] с.38

табл. 2.12;

K_g – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_g = 2$ [1] с.38;

K_M – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_M = 1,13$ [1] с.37;

K_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_n = 1$; [1] с.38 табл. 2.13.

Q – маса заготовки, $Q = 2,0$ кг;

q – маса деталі, $q = 1,4$ кг;

$$S_{заг} = \left(\frac{1850}{1000} \times 1,0 \times 1,0 \times 2,0 \times 1,13 \times 1,0 \times 2,0 \right) - (2,0 - 1,4) \times \frac{281}{1000} = 8,19 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M q}{M_3}, \quad (5.15)$$

$$K_{вм} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

За економічними показниками доцільніше виготовляти заготовку методом штампування, так як при цьому методі витрачається менше матеріалу, і менша собівартість заготовки.

Визначаємо економічний ефект:

$$E_3 = (S_{заг2} - S_{заг1}) \times N, \text{ грн} \quad (5.16)$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $S_{заг_1}$, $S_{заг_2}$ - вартість зіставлених заготовок, грн.;

N – обсяг виробництва деталей, шт.

$$E_3 = (10,4 - 8,19) \times 3000 = 54200 \text{ грн.}$$

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Торсіон», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі (табл. 6.1).

Маршрут обробки відповідає технологічному процесу обробки деталей даного типу.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4	5
000	Штапування			Прес
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати торці та свердлими центрові отвори	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М
010	Токарна гідрокопіювальна	Точити по копіру	Центр обертальний ГОСТ8742-75, центр плаваючий ГОСТ13214-79, патрон повідковий ГОСТ2571-71	Гідрокопіювальний напівавтомат 1Н713
015	Токарна гідрокопіювальна	Точити по копіру	Центр обертальний ГОСТ8742-75, центр плаваючий ГОСТ13214-79, патрон повідковий ГОСТ2571-71	Гідрокопіювальний напівавтомат 1Н713
020	Відпуск	Досягнення необхідних властивостей матеріалу		Піч
025	Токарна з ЧПК	Точити згідно керуючої програми	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80; центр обертальний ГОСТ8742-75	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Т1
030	Шпонково-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Шпонково-фрезерний верстат 6Д91

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
035	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Круглошліфувальний ЗМ151
040	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази)	Круглошліфувальний ЗМ151
045	Промивальна			Ванна
050	Технічний контроль	Контролювати розміри і форму деталі		Стіл ВТК

На всіх операціях технологічного процесу витримується принцип суміщення та постійності баз, також забезпечується потрібна точність розмірів деталей. На всіх операціях при закріпленні, заготовка позбавляється необхідної кількості ступенів вільності, що забезпечує обробку деталі з відповідною точністю

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Визначаємо елементи припуску, що відповідають заготівці табл. 4.3, с. 63 [1] R_z і T приймаємо для заготовки штамповка, для інших операцій ці величини визначаємо за таблицею 4.5, с.64 [1].

Сумарне відхилення розташування штамповки визначають за формулою [1] с. 67:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \cdot \text{мкм} \quad (6.1)$$

де $\rho_{зм}$ - величина зміщення заготовки на поверхні штампа, мкм;

$$\rho_{зм} = 1000 \text{ мкм, табл. 18 с.187 [3]}$$

$\rho_{кор}$ - величина короблення, мкм.

$$\rho_{кор} = \Delta \times l, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де Δ – питома кривизна заготовки мкм/мм; $\Delta = 0,8 \text{ мкм/мм, табл. 4.8, с.71 [1]}$;

l – середня довжина обробки деталі, мм;

										Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 21850021-00 ПЗ					

$$l = \frac{l_d}{2}, \text{мм} \quad (6.3)$$

де l_d – повна довжина деталі, мм; $l_d = 190$ мм.

$$l = \frac{190}{2} = 95 \text{мм}$$

$$\rho_{\text{кор}} = 0,8 \times 95 = 76 \text{мкм}$$

$$\rho_o = \sqrt{1000^2 + 76^2} = 1003 \text{мкм}$$

Таблиця 6.2 – Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів по технологічним переходам

Методи обробки поверхні мм $\varnothing 35k6 \begin{matrix} +0,018 \\ +0,002 \end{matrix}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\text{min}}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
	R_z	T	ρ	ε				d_{min} , мм	$d_{\text{ма}}$, мм	$2z_{\text{min}}$, мкм	$2z_{\text{max}}$, мкм
Заготівка	150	250	1003	-	-	38,7754	2400	38,78	41,18	-	-
Точіння: Чорнове	100	100	60,2	380	2845	35,9304	520	35,93	36,45	2580	4730
чистове	50	50	50,2	80	600,2	35,3304	130	35,33	35,46	600	990
шліфування	30	30	-	40	328,4	35,002	16	35,002	35,018	328	442
										3778	6162

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою с.73 [1]:

$$\rho_i = k_y \times \rho_o, \text{мкм} \quad (6.4)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми [1] с.73.

Для чорнового точіння $k_y = 0,06$;

для чистового точіння $k_y = 0,05$;

Величина остаточного сумарного розміщення заготовки, після виконання переходу визначається за формулою:

$$\rho_{\text{чер}} = 0,06 \times 1003 = 60,2 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{чис}} = 0,05 \times 1003 = 50,2 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (6.5)$$

де ε_6 – похибка базування, мкм;

ε_3 – похибка закріплення заготовки, мкм, табл.4.10, с.76 [1]

При зміщенні технологічної і вимірювальної баз похибка базування $\varepsilon_6=0$

Визначаємо похибку установки для закріплення деталі в пневматичному патроні: для чорнового точіння $\varepsilon_3=380$ мкм; для чистового точіння $\varepsilon_3=80$ мкм; для шліфування $\varepsilon_3=40$ мкм.

$$\varepsilon_{y_{\text{чор}}} = \sqrt{0^2 + 380^2} = 380 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y_{\text{чис}}} = \sqrt{0^2 + 80^2} = 80 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y_{\text{шліф}}} = \sqrt{0^2 + 40^2} = 40 \text{ мкм}$$

Величину розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначаємо за наступною формулою, [1] с.62, табл.4.2:

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min} = 2 \left[(R_z + T)_{i-1} + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right] \text{ мкм} \quad (6.6)$$

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;

ε_{yi} - похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм.

Розраховуємо мінімальний припуски:

шліфування

$$2Z_{\min} = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{50,2^2 + 40^2}) = 328,38 \text{ мкм};$$

точіння чистове

$$2Z_{\min} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{60,2^2 + 80^2}) = 600,2 \text{ мкм};$$

точіння чорнове:

$$2Z_{\min} = 2 \times (150 + 200 + \sqrt{1003^2 + 380^2}) = 2845 \text{ мкм}$$

Розрахунки значення розрахункового розміру d_p починаємо з розміру після чистового точіння, який є мінімальним розміром деталі Верхнє відхилення $es=+18$ мкм; нижнє $ei= +2$ мкм.

$$d_{\min} = D + ei, \text{ мм} \quad (6.7)$$

де D – номінальний діаметр

$$d_{\min} = 35 + 0,002 = 35,002 \text{ мм}$$

						ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

Визначаємо діаметри інших переходів:

$$d_{i+1} = d_i + 2Z_{i, \text{мм}} \quad (6.8)$$

$$d_{\text{чист}} = 35,002 + 0,3284 = 35,3304 \text{ мм}$$

$$d_{\text{чор}} = 35,3304 + 0,6 = 35,9304 \text{ мм}$$

$$d_{\text{заг}} = 35,93 + 2,845 = 38,775 \text{ мм}$$

Допуски на між операційні розміри для кожного переходу і заготовки визначаємо за стандартами.

Мінімальний граничний розмір знаходимо шляхом округлення розрахункового розміру до того знаку десяткового дробу, з яким заданий допуск на розмір для кожного технологічного переходу

Максимальний розмір знаходимо за формулою:

$$d_{\text{max}} = d_{\text{min}} + \delta, \text{мм} \quad (6.9)$$

Для шліфування:

$$d_{\text{max}} = 35,002 + 0,016 = 35,018 \text{ мм}$$

Для чистового точіння:

$$d_{\text{max}} = 35,33 + 0,13 = 35,46 \text{ мм}$$

Для чорнового точіння:

$$d_{\text{max}} = 35,93 + 0,52 = 36,45 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$d_{\text{max}} = 38,78 + 2,4 = 41,18 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків визначаємо як різницю граничних розмірів попереднього і наступного переходів:

$$2Z_{\text{min}} = d_{\text{min } i-1} - d_{\text{min } i}, \text{Мкм} \quad (6.10)$$

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$2Z_{\max} = d_{\max i-1} - d_{\max i}, \text{МКМ} \quad (6.11)$$

Чорнове точіння:

$$2Z_{\min} = 38,78 - 35,93 = 2,85 \text{ мм} = 2850 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 41,18 - 36,45 = 4,73 \text{ мм} = 4730 \text{ мкм}$$

Чистове точіння:

$$2Z_{\min} = 35,93 - 35,33 = 0,6 \text{ мм} = 600 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 36,45 - 35,46 = 0,99 \text{ мм} = 990 \text{ мкм}$$

Шліфування:

$$2Z_{\min} = 35,33 - 35,002 = 0,328 \text{ мм} = 328 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 35,46 - 35,018 = 0,442 \text{ мм} = 442 \text{ мкм}$$

Визначаємо загальні припуски на обробку:

$$2Z_{\text{заг}}^{\max} = 4730 + 990 + 442 = 6162 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\text{заг}}^{\min} = 2850 + 600 + 328 = 3778 \text{ мкм}.$$

Перевірка правильності розрахунку: $6162 - 3778 = 2400 - 16 \text{ мкм}.$
 $2384 = 2384 \text{ мкм}$

Розрахунок виконано вірно.

Номинальний розмір заготовки визначаємо за формулою:

$$d_{\text{заг ном}} = d_{\text{ном дет}} + Z_{\text{о ном}}, \text{ мм} \quad (6.12)$$

де $Z_{\text{о ном}}$ – найбільший припуск

$$Z_{\text{о ном}} = Z_{\text{о min}} + H_3 - H_{\text{д}}, \text{ мкм} \quad (6.13)$$

де $Z_{\text{о min}}$ – мінімальний загальний припуск, мкм;

$H_{\text{д}}$ – нижнє відхилення деталі, мкм;

H_3 – нижнє відхилення заготовки, мкм.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{o \text{ НОМ}} = 2850 + 1000 - 2 = 3848 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{заг НОМ}} = 35 + 3,848 = 38,848 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{\text{заг НОМ}} = 38,8_{-0,8}^{+1,6} \text{ мм}$

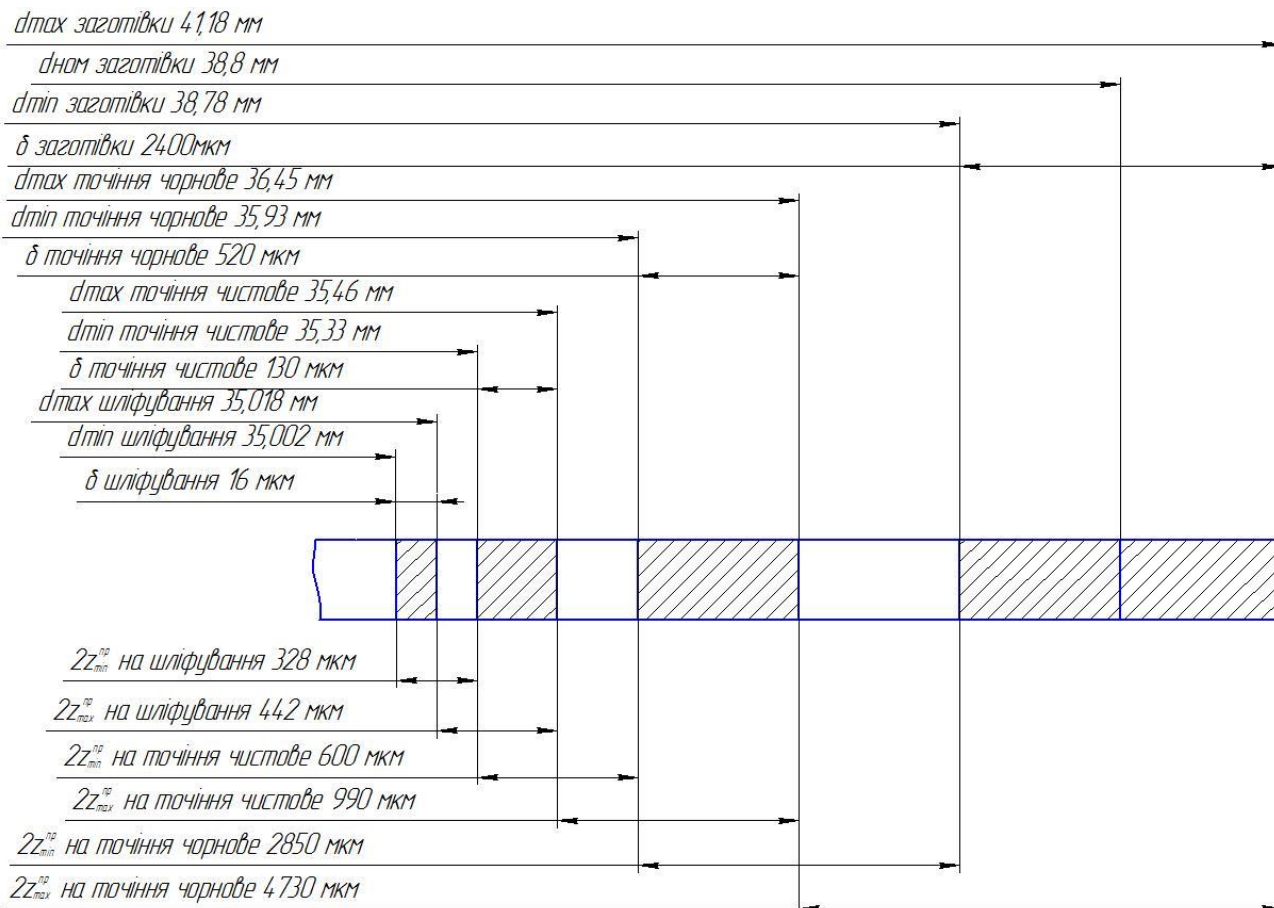


Рисунок 6.1 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні $\varnothing 35k6$

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 005 Фрезерно-центрувальна

На даній операції оброблюються центрові отвори в наступній послідовності:

						ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
							34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- фрезерувати торці;
- свердлили центрові отвори;

Обробка проводиться на фрезерно-центрувальному верстаті МР-71М.

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення.

Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки та багато інструментальної обробки поверхонь.

Єдиний доступний спосіб закріплення заготовки на даній операції – двома самоцентруючими призмами. При даній схемі базування поверхня деталі є подвійною напрямною базою (рис. 6.2).

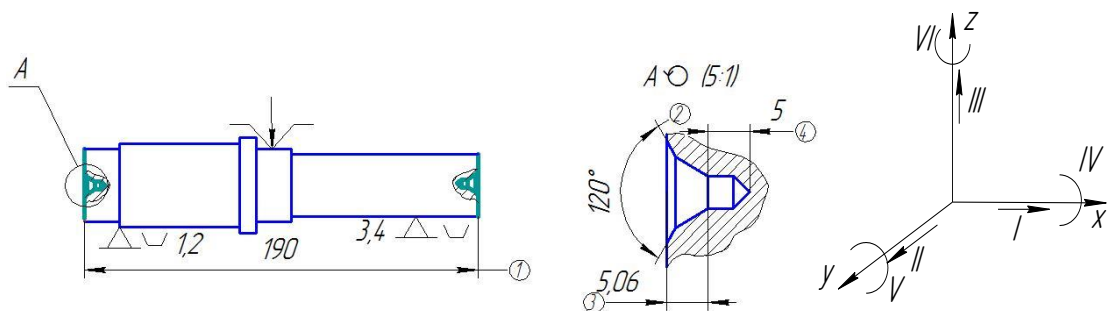


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на фрезерно-центрувальній операції

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III,IV,VI	Подвійно-напрямна
5,6	I, V	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно- напрямна
α	1	0	1	
L	1	0	0	Вакансія
α	0	1	0	

Проаналізувавши матриці можна стверджувати про те, що заготовка буде позбавлена чотирьох ступенів вільності.

Похибка базування буде відсутньою, оскільки, застосовуються самоцентруючі призми.

Операція 030 Шпонково-фрезерна

На даній операції фрезерується шпонковий паз в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- фрезерувати шпонковий паз;

Обробка на шпонко-фрезерному верстаті з 6Д91.

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на подальше обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення.

Обрана схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної, конструкторської і вимірювальної баз, забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки та багато інструментальної обробки поверхонь.

Перший спосіб закріплення – на призму з упором в торець. При даній схемі базування поверхня деталі є подвійною напрямною базою, а торець деталі – опорною.

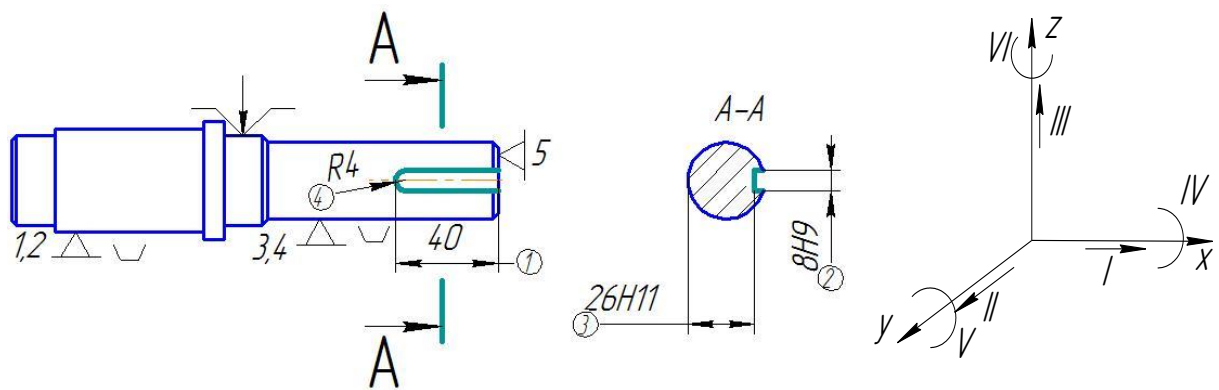


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки при фрезеруванні шпонкового пазу

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.5 і табл. 6.6

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, IV, VI	Подвійно-напрямна
5	I	Опорна
6	V	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно-напрямна
α	1	0	1	
L	1	0	0	Опорна
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	1	0	

Проаналізувавши матриці можна стверджувати про те, що заготовка буде позбавлена п'яти ступенів вільності, $\Sigma=3+2=5$ ступенів

Похибка базування буде дорівнювати половині допуску на діаметр, по якому закріплюється деталь, $\varepsilon = \delta_{\phi 40} = 0,039$ мм.

Розглянемо другий спосіб закріплення – в самоцентруючих лещатах. При даній схемі базування зовнішня поверхня деталі є подвійною напрямною базою

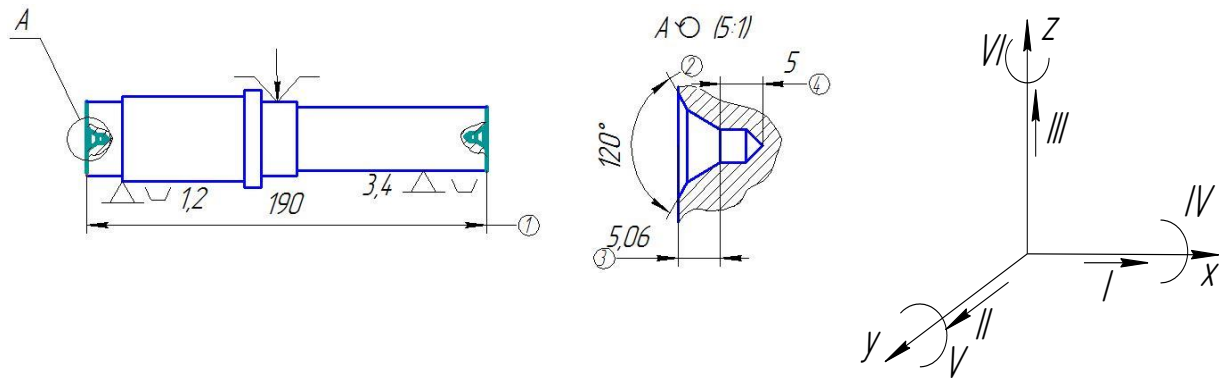


Рисунок 6.4 – Схема базування заготовки в призмах

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, IV, VI	Подвійно-напрямна
5,6	I, V	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно-напрямна
α	1	0	1	
L	1	0	0	Вакансія
α	0	1	0	

Проаналізувавши матриці можна стверджувати про те, що заготовка буде позбавлена чотирьох ступенів вільності.

Похибка базування буде відсутньою, оскільки, застосовуються самоцентруючі призми.

Приймаємо перший спосіб закріплення заготовки, оскільки, при даному способі позбавляється більше ступенів вільності.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні верстати вітчизняного та зарубіжного виробництва.

При виборі верстата керуємося такими вимогами:

- можливість виконання необхідних технологічних способів обробки поверхонь, які увійшли до певної операції;
- тип виробництва;
- габарити робочого простору;
- необхідну потужність двигунів;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті.

На операції 005 у заводському технологічному процесі застосовується фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр заготовки, мм: 300;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті -6;
- найбільша довжина заготовки, мм: 500;
- мінімальна частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 125;
- максимальна частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 712
- потужність електродвигуна верстата: 2,8 кВт.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
						39
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 6.7 – Основні технічні характеристики верстату МР-71М

Характеристика	Значення
Найбільший діаметр заготовки, мм	300
Кількість інструментів, які можна установити на верстаті	6
Найбільша довжина заготовки, мм	500
Мінімальна частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	125
Максимальна частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	712
Електродвигун приводу головного руху, кВт	2,8
Габарити верстата, мм	2640×1450×1720
Вага, кг	2800

На операції 030 у заводському технологічному процесі застосовується шпонко-фрезерний верстат моделі 6Д91, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр заготовки, мм: 80;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті -1;
- найбільша довжина заготовки, мм: 300;
- мінімальна частота обертання шпинделя, хв⁻¹: 500;
- максимальна частота обертання шпинделя, хв⁻¹: 4000
- потужність електродвигуна верстата: 2,2 кВт.

Таблиця 6.8 – Основні технічні характеристики верстату 6Д91

Характеристика	Значення
1	2
Найбільший діаметр заготовки, мм	80
Кількість інструментів, які можна установити на верстаті	1
Найбільша довжина заготовки, мм	300
Мінімальна частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	500

Продовження таблиці 6.8

1	2
Максимальна частота обертання шпинделя, хв^{-1}	4000
Електродвигун приводу головного руху, кВт	2,2
Габарити верстата, мм	1320×1380×1500
Вага, кг	2000

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 [11].

Операція 005 Фрезерно-центрувальна:

Для базування деталі використовуємо пристосування спеціальне пневматичне, обробка виконується фрезою торцевою ($\varnothing 50$) ГОСТ 22085-80 та свердлом центрувальним ($\varnothing 2,5$) ГОСТ 14952-75.

- шаблон спеціальний
- штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;

Операція 025 Шпонково-фрезерна:

Для базування деталі використовуємо пристосування спеціальне пневматичне, обробка виконується шпонковою фрезою ГОСТ 10903-77 з швидкорізальної сталі Р6М5 .

- шаблон спеціальний
- штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;
- зразки шорсткості 3,2; 6,3 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунки режимів різання

Режим різання визначаємо аналітичним методом за нормативами [2, 7], а норми часу на операцію – за нормативами [5].

Операція 005 Фрезерно-центрувальна:

Розглянемо методику розрахунку на прикладі першої операції – 005 фрезерно – центрувальна.

Для проведення цієї операції приймаємо торцеву фрезу з пластинами з твердого сплаву Т5К10

Вибираємо діаметр фрез за формулою:

$$D=1,6 \times B, \text{ мм}$$

де B – ширина фрезерування, мм.

$$D=1,6 \times 39=62,4 \text{ мм}$$

Приймаємо спеціальну фрезу [5], с.188 табл.96 $D = 100$ мм з крупними зубами, кількість яких $z = 10$.

Визначаємо режими різання для фрезерування торців.

При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску $t = h = 2,0$ мм.

Визначаємо подачу на зуб.

Для верстата з потужністю більше 10кВт подача на зуб $S_z = 0,16 - 0,24$ мм/зуб [5]. таб.33, с.283. Приймаємо $S_z = 0,2$ мм/зуб.

Назначаємо період стійкості фрези по табл.40, с.290 [5]: для торцевої фрези $\varnothing 100$ мм $T = 180$ хв.

Визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою:

$$L_{p.x} = L_{\text{різ}} + y + L_{\text{доп}}; \text{ мм} \quad (6.14)$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $L_{\text{різ}}$ – довжина різання;

y - підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{\text{доп}}$ - додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках особливостями наладки і конфігурацією деталей;

Вибираємо данні для обробки [6]:

$$L_{\text{різ}} = 17\text{мм}; y = 5\text{ мм}; L_{\text{доп}} = 0$$

$$L_{p.x} = 17 + 5 = 22\text{ мм}$$

Призначаємо величину подачі супорта на оборот шпинделя:

$$S_0 = 0,55\text{ мм/об};$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам:

$$T_p = 50\text{ хв};$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (6.15)$$

де $V_{\text{табл.}}$ – табличне значення швидкості;

K_1 - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_2 - коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

K_3 - коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

$$V_{\text{табл.}} = 88\text{ м/хв}; K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1,05.$$

$$V = 88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 92,4\text{ м/хв};$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя верстата за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 38} = 774,39 \text{ хв}^{-1}$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату:

$$n = 630 \text{ хв}^{-1};$$

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}; \quad (6.16)$$

де d – діаметр деталі у місці обробки;

n - число обертів шпинделя;

$$V = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 630}{1000} = 75,17 \text{ м/хв};$$

Приймаємо $V_d = 100 \text{ м/хв}$.

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \times z \times n_d, \text{ мм/зуб} \quad (6.17)$$

$$V_s = 0,2 \times 10 \times 630 = 1260 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М $V_s = 1300 \text{ мм/зуб}$

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$S_{zл} = \frac{V_{sл}}{z \times n_{л}}, \text{ мм/зуб} \quad (6.18)$$

$$S_{zл} = \frac{1300}{10 \times 630} = 0,2 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, H \quad (6.19)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]: $C_p=825$; $x=1,0$;
 $y=0,75$; $u = 1,1$; $q=1,3$; $w=0,2$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.20)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{1,0} = 1,31$$

$$P_z = \frac{10 \times 825 \times 2,0^1 \times 0,2^{0,75} \times 77,0^{1,1} \times 10}{100^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 1,31 = 5744 H$$

Визначаємо крутячий момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, H \times M \quad (6.21)$$

$$M_{кр} = \frac{5744 \times 100}{2 \times 100} = 2872 Hm$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \times V_{\text{д}}}{1020 \times 60}, \text{ кВт} \quad (6.22)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{5744 \times 100}{1020 \times 60} = 9,4 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова $N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}$, кВт

де $N_{\text{шп}}$ – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.23)$$

де $N_{\text{д}}$ – дійсна потужність верстата, кВт.

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{шп}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$9,4 \text{ кВт} \leq 10,4 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

$$t_{\text{м}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{s_0 \cdot n}; \quad (6.24)$$

де $L_{\text{р.х.}}$ - довжину робочого ходу супорту;

s_0 - подача супорту на оборот шпинделя;

n - число обертів шпинделя;

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$K_{mv} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.28)$$

де n_v – показник степеня; по табл.2, с.262 [5] $n_v=1,0$;

σ – межа міцності при розтягуванні;

K_{rv} – коефіцієнт, що враховує групу сталі по обробці; по табл.2, с.262 [5], $K_{rv} = 1,0$.

$$K_{mv} = 1,0 \times \left(\frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,77$$

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину обробки отвору; по табл.31, с.280 [5] $K_{lv} = 1,0$;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; табл.6, с.263 [5] $K_{uv} = 1,0$.

$$K_v = 0,77 \times 1,0 \times 1,0 = 0,77$$

$$V = \frac{9,8 \times 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \times 0,07^{0,5}} \times 0,77 = 8,27 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв} \quad (6.29)$$

$$n = \frac{1000 \times 8,27}{3,14 \times 3,15} = 836 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М $n_d = 815 \text{ об / хв}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.34)$$

де $N_{\text{д}}$ – дійсна потужність верстата, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{шп}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$0,04 < 10,4 \text{ (кВт)}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{\text{осв}} = \frac{L}{S_o \times n_o}, \text{ хв.} \quad (6.35)$$

де L – повна довжина обробки, мм.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.36)$$

де l – безпосередня довжина обробки, мм;

y – величина врізання, мм.

$$y = 0,4 \times D = 0,4 \times 3,15 = 1,26 \text{ мм}$$

Δ – величина перебігу; $\Delta = 0$ мм, так як отвір глухий.

$$L = 10 + 1,26 + 0 = 11,26 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{11,26}{0,07 \times 815} = 0,2 \text{ хв}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$K_{mv} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.39)$$

де K_r – коефіцієнт, що характеризує групу сталі по обробці, $K_r = 1$, [5]
с.262, табл. 2;

n_v – показник степені табл.2, с.262 [5] $n_v=0,9$;

σ – межа міцності при розтягуванні (610 МПа).

$$K_{mv} = 1,0 \times \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки табл.5с.263 [5]
 $K_{nv} = 0,8$;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту табл.6 с.263 [5] $K_{uv} = 1,0$.

$$K_v = 1,2 \times 0,8 \times 1,0 = 0,96$$

$$V = \frac{12 \times 8^{0,3}}{80^{0,26} \times 0,3^{0,3} \times 0,1^{0,25} \times 14^0 \times 4^0} \times 0,96 = 20,9 \text{ м / хв}$$

Визначасмо частоту обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв.} \quad (6.40)$$

$$n = \frac{1000 \times 20,9}{3,14 \times 8} = 475,4 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі
6Д91 $n_d = 500$ об/хв.

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 21850021-00 ПЗ				

Визначаємо дійсну швидкість різання.

$$V_D = \frac{\pi \times D \times n_D}{1000}, \text{ м / хв.} \quad (6.41)$$

$$V_D = \frac{3,14 \times 14 \times 500}{1000} = 22 \text{ м / хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі.

$$V_S = S_z \times z \times n_D, \text{ мм/зуб} \quad (6.42)$$

$$V_S = 0,1 \times 4 \times 500 = 200 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі 6Д91 $V_S = 200 \text{ мм/зуб}$.

Визначаємо дійсну подачу на зуб.

$$S_{zD} = \frac{V_{SD}}{z \times n_D}, \text{ мм / зуб} \quad (6.43)$$

$$S_{zD} = \frac{200}{4 \times 500} = 0,1 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання.

$$P_Z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, \text{ Н} \quad (6.44)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5] $C_p=68,2$; $x=0,86$; $y=0,72$; $u = 1,0$; $q=0,86$; $w=0$.

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.45)$$

де n_v – показник степені табл.9, с.264 [5] $n_v=0,3$;

σ – межа міцності при розтягуванні (610 МПа).

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,94$$

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 1,3^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 8^1 \times 4}{8^{0,86} \times 500^0} \times 0,94 = 880,2 \text{ Н}$$

Визначаємо крутячий момент.

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, \text{ Нм} \quad (6.46)$$

$$M_{кр} = \frac{880,2 \times 14}{2 \times 100} = 61,7 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність різання.

$$N_{різ} = \frac{P_z \times V_{\delta}}{1020 \times 60}, \text{ кВт} \quad (6.47)$$

$$N_{різ} = \frac{880,2 \times 61,7}{1020 \times 60} = 0,88 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова :

$$N_{різ} \leq N_{lim}, \text{ кВт}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{\text{шп}}$ – потужність шпинделя верстата

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.48)$$

де $N_{\text{д}}$ – дійсна потужність верстата

η – коефіцієнт корисної дії

$$N_{\text{шп}} = 2,2 \times 0,8 = 1,76 \text{ кВт}$$

$$0,88 \text{ кВт} \leq 1,76 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час.

$$T_o = \frac{L}{V_s} \times i, \text{ хв.} \quad (6.49)$$

де i – кількість проходів $i = (45-39,5)/t = (45-39,5)/0,3 = 19$

L – повна довжина обробки

$$L = l - d_{\text{фр}}, \text{ мм} \quad (6.50)$$

де l – довжина обробки

$$L = 45 - 14 = 31 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{31}{200} \times 19 = 2,95 \text{ хв}$$

					<i>TM 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

6.6 Технічне нормування операцій

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу. Технічне нормування операції проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [9].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт, хв}} \quad (6.51)$$

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:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп.}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.52)$$

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

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

$a_{\text{орг}} = 5\%$;

$a_{\text{відп.}}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{\text{відп.}} = 8\%$

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.53)$$

де T_o – основний час на операцію, хв.;

T_d – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.54)$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$T_{ПК}$ – час на прийоми керування, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

Операція 005 Фрезерно- центрувальна операція

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт}, хв$$

$$T_{шт-к} = T_0 + (T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_{из}) \cdot k + T_{об.ст}, хв$$

де T_{n-3} - підготовчо-заключний час, хв.;

T_0 - основний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, шт.;

T_{yc} - час на встановлення та зняття деталі, хв.;

T_{30} - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

T_{yn} - час приймання керування, хв.;

$T_{из}$ - час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{об.ст}$ - час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

k – поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,08$$

Час на вмикання верстата кнопкою – 0,02 хв; підведення та одведення фрези та свердла від деталі – $2 \times 0,06$ хв. [1]. Тоді:

$$T_{yn} = 0,02 + 2 \cdot 0,06 = 0,14 хв$$

$$T_{из} = 2 \cdot 0,12 = 0,16 хв$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжний час:

$$T_{\epsilon} = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{из}$$

$$T_{\epsilon} = 0,08 + 0,14 + 0,16 = 0,38 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\epsilon}$$

$$T_{on} = 0,507 + 0,38 = 0,887 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу:

$$T_{обот} = \frac{0,887 \cdot 6}{100} = 0,053 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час на налагоджування верстата – 12 хв.; отримання інструмента та пристосування й здача його після закінчення обробки – 10 хв. [1]. Тоді:

$$T_{n-з} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Кількість деталей в партії [1]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254},$$

де N – програма випуску деталей, шт.;

a – періодичність запуску в днях (a=12)

$$n = \frac{2000 \cdot 12}{254} = 94,5 \approx 95 \text{ шт}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{22}{378} + 0,507 + (0,08 + 0,14 + 0,16) \cdot 1,85 + 0,073 = 1,34 \text{ хв}$$

Операція 030 Шпонко-фрезерна

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного та допоміжного.

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв}$$

де T_o – основний час, розрахований в пункті 2.8.4 $T_o = 2,95$ хв.

T_d – допоміжний час, визначаємо за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{кр} + T_{вим}, \text{ хв}$$

де $T_{уст}$ – час на установку и зняття деталі, $T_{уст} = 0,029$ хв.; табл. 5.5 с. 201 [1];

$T_{кр}$ – час на прийняття керування, $T_{кр} = 0,09$ хв.; табл. 5.8 с. 202-203 [1];

$T_{вим}$ – час на вимірювання, $T_{вим} = 0,09$ хв. табл. 5.14 с. 208 [1].

$$T_d = 0,029 + 0,09 + 0,09 = 0,21 \text{ хв}$$

$$T_{оп} = 2,95 + 0,21 = 3,16 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} \times \left(1 + \frac{(a_{від} + a_{обсл})}{100} \right), \text{ хв}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $a_{\text{відп}}$; $a_{\text{обсл}}$ час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приведені у відсотковому відношенні від оперативного часу і складає 8%.

$$T_{\text{ум}} = 3,16 \times \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 3,41 \text{ хв}$$

Оскільки дана деталь «вал» виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва розраховуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу та складових за формулами:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}}/n, \text{ хв}$$

де $T_{\text{п.з.}}=16$ хв – підготовчо заключний час витрачається на ознайомленням з кресленням, налагодження обладнання і пристроїв;

n – кількість деталей в партії;

Отже, штучно калькуляційний час становить:

$$T_{\text{шт-к}} = 3,41 + 16/80 \approx 3,61 \text{ хв}$$

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Необхідно спроектувати пристосування на операцію 030 Шпонково-фрезерна. В базовому технологічному процесі заготовка закріплювалася в універсальному пристосуванні.

Спроектуємо нове пристосування з пневмоприводом. Використання такого верстатного пристосування допоможе скоротити час на установку, базування та закріплення заготовки, що значно зменшить допоміжний час, як результат, собівартість деталі. Також необхідно відмітити, що використання такого верстатного пристрою допоможе збільшити точність та стабільність параметрів, отриманих на операції (точність форми та розміщення, шорсткість).

На операції 030 Шпонково-фрезерна необхідно за допомогою шпонкової фрези.

Умовою досягнення точності оброблюваної деталі є досягнення точного базування деталі в пристосуванні, при тому що точність верстата повинна задовольняти отримувані параметри.

Згідно вимог креслення на заданій операції необхідно профрезерувати шпонковий паз 8×40

Точність форми.

Конструктором не відзначено точність форми отриманих поверхонь, тому назначаємо їх відповідно з нормальною відносною геометричною точністю – А згідно з ГОСТ 24643-81.

Точність розміщення поверхонь.

Конструктором заданий позиційний допуск, відхилення якого становить 0,039 мм на діаметр відносно зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 20$ мм. При цьому цей допуск є залежним.

Шорсткість вершин зубців $R_a = 5,0$ мкм, а впадин - $R_a = 2,5$ мкм

Базові поверхні:

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 3 – Базування пристосування на 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.

Виходячи з умов реалізації цих функцій та вимог до результатів їх реалізації, конструктор шукає прототипи з накопленого запасу різноманітних технічних рішень. Перевагу потрібно віддавати вже перевіреному конструкціям та, бажано, в основу конструкції вкладати здешевлення. Розробка спеціальних конструкцій вузлів потребує спеціального обґрунтування.

Розрахунок пристосування на точність

Похибка базування в пристосуванні визначається за формулою:

$$\varepsilon_6 = S_{max} = TD + Td + S_{min}, \text{ мм} \quad (7.1)$$

де TD – допуск на отвір, мм; $TD = 0,043$ мм;

Td – допуск на вал, мм; $Td = 0,102$ мм;

S_{min} – мінімальний зазор, мм; $S_{min} = 0$

$$\varepsilon_6 = 0,74 + 0,039 + 0 = 0,779 \text{ мм}$$

Похибка базування допустима визначається за формулою:

$$[\varepsilon_6] = T + \omega \cdot K, \text{ мм} \quad (7.2)$$

де T – допуск на розмір, що отримується, мм; $T = 0,039$ мм;

					<i>TM 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ω – середня економічна точність обробки деталі на заданій операції; $\omega = 0,125$;

K – коефіцієнт серійності; $K = 0,6$;

$$[\varepsilon_6] = 0,039 + 0,145 \cdot 0,6 = 0,126 \text{ мм}$$

Розрахункова похибка базування порівнюється з допустимою. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$\varepsilon_6 \leq [\varepsilon_6] \quad (7.3)$$

$$0,039 \leq 0,126$$

Похибка базування не перевищує гранично допустиму.

Отже, умова виконується. Пристосування забезпечить необхідну точність.

Призначення та принцип дії пристосування.

Дане пристосування призначене для установки і затиску заготовки і подальшого виконання шпонкового пазу мм на шпонково-фрезерному верстаті моделі 6Д91.

Пристосування базується на стіл верстата за допомогою спеціальних болтів, для яких передбачені пази в корпусі пристосування. Для того, щоб обробити заготовку її встановлюють на шліцьову оправку і закріплюють швидкознімною шайбою, притиск якої до заготовки здійснюється штоком з накрученою на нього гайкою. Вся ця система працює за допомогою пневмоциліндра, вмонтованого в корпус пристосування. При попаданні повітря в штокову порожнину пневмоциліндра, заготовка притискається до корпусу пристосування за допомогою швидкознімної шайби. При надходженні повітря в безштокову порожнину, поршень зі штоком піднімається вгору і відбувається розтиск заготовки.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

Проведено аналіз службового призначення задньої підвіски автомобіля УАЗ-462, у який входить деталь «Штуцер 28.04.974». Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення валу.

За коефіцієнтом закріплення операцій встановлено, що тип виробництва – дрібносерійний. Форма організації виробництва – групова.

Аналіз технологічності конструкції деталі показав, що конструкція валу є технологічною.

В якості заготовки прийнята штамповка на ГKM.

Під час виконання роботи було проаналізовано фрезерно-центрувальну та шпонково-фрезерну:

- порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна;
- обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання;
- обране верстатне технологічне оснащення;
- проведений розрахунок режимів різання;
- проведено технічне нормування операцій.

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

2 Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн: 2Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

3 Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» /Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 53 с.

4 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.

5 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.

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

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

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

					ТМ 21850021-00 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

12 Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по ТМС. –М.: Машиностроение, 1989. -288с.

					<i>ТМ 21850021-00 ПЗ</i>	Арк.
						67
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТКИ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Основні ізолювальні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках. Правила користування та терміни випробувань

Фактори, які впливають на характер та наслідки уражень електричним струмом, надзвичайно різноманітні. Їх можна поділити на три групи: фактори електричного характеру (напруга і струм, який проходить крізь людину, вид і частота струму, опір людини електричному струму); фактори неелектричного характеру (особливі властивості людини, фактор уваги, тривалість дії струму, шлях струму крізь людину); фактори навколишнього середовища.

Фактори електричного характеру. Струм, який проходить крізь людину, є головним вражаючим фактором при електротравмі. Різний за рівнем струм впливає по-різному на людину. Людина починає відчувати дію малого струму, який проходить крізь неї: 0,6-1,5 мА при змінному струмі, частота якого 50 Гц; 5-7 мА при постійному струмі. При збільшенні струму понад відчутний, у людини з'являються спазматичні скорочення м'язів та сильний біль у пальцях та кистях рук. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів (в експерименті). Цей струм – до 6-10 мА частотою 50 Гц – отримав назву відпускаючого (для постійного струму 30-40 мА).

Значення порогового невідпускаючого струму, що викликає при проходженні крізь людину незупинне спазматичне скорочення м'язів руки, яка стискає провідник, становить 11-15 мА при частоті 50 Гц та 50-80 мА при постійному струмі. Струм понад 50 мА частотою 50 Гц при тривалій дії викликає зупинку дихання та фібриляцію серця. Ці струми отримали назву фібриляційних. Струм 100 мА частотою 50 Гц вже протягом 2-3 секунд викликає фібриляцію серця та параліч дихання, тобто клінічну смерть.

Верхньою межею фібриляційного струму промислової частоти є струм 5А. При постійному струмі пороговим (найменшим) фібриляційним буде струм 300 мА.

Струм понад 5 А, як при постійній напрузі, так і при частоті 50 Гц фібриляцію серця не викликає. Внаслідок його дії виникає зупинка серця, минаючи стан фібриляції. Сила струму, що проходить крізь будь-яку ділянку тіла людини, залежить від прикладеної напруги та електричного опору, який чинить струмові ця ділянка тіла. При цьому зі збільшенням прикладеної напруги струм зростає швидше. Це пояснюється, головним чином, нелінійністю людини чинити електричний опір. Провідність живої тканини, на відміну від звичайних провідників, зумовлена не тільки їх фізичними властивостями, а й складними біохімічними та біофізичними процесами, притаманними тільки живій матерії.

Отже, опір шкіри людини є змінною величиною, яка нелінійно залежить від багатьох факторів: її складу, щільності та площі контактів, значення прикладеної напруги, сили протікаючого струму і часу його дії. Найбільший опір чинить чиста суха непошкоджена шкіра. Збільшення площі і частоти контактів зі струмопровідними частинами знижує опір шкіри. З підвищенням прикладеної напруги опір шкіри також зменшується внаслідок пробою її верхнього шару.

Зростання сили струму або часу його протікання викликає більше нагрівання верхнього шару шкіри та інтенсивніше потовиділення у місцях контакту, що теж зменшує електричний опір шкіри.

Найбільший електричний опір має верхній роговий шар шкіри, який не містить кровоносних судин.

Опір внутрішніх органів залежить, у цілому, від прикладеної напруги. Оскільки опір тіла людини електричному струму є нелінійним та нестабільним і вести розрахунки з такими опорами складно, дійшли висновку, що опір тіла людини становить 1000 Ом.

Найбільш небезпечним для людини є струм із частотою 20-200 Гц. Зі зниженням і підвищенням частоти небезпека ураження зменшується та цілком зникає при частоті 450-500 кГц, хоча ці високочастотні струми зберігають безпеку опіків.

Постійний струм, який проходить крізь тіло людини, порівняно зі змінним

струмом з такими ж параметрами, викликає менш неприємні відчуття. Однак це справедливо лише для напруг до 300 В.

З подальшим підвищенням напруги небезпека постійного струму зростає і в інтервалі напруг 400-600 В практично дорівнює небезпеці змінного струму з частотою 50 Гц, а при нарузі понад 600 В постійний струм є значно небезпечнішим, ніж змінний. Різкі больові відчуття при підключенні під постійну напругу виникають у момент вмикання і розмикання кола. Вони зумовлюються струмами перехідного процесу, які викликають судомне скорочення м'язів.

Фактори неелектричного характеру. Зростання тривалості протікання струму крізь людину збільшує тяжкість ураження за таких обставин: із зростанням часу протікання струму опір тіла зменшується (за рахунок зволоження шкіри від поту), струм підвищується, з часом вичерпуються захисні сили організму, які протистоять дії електричного струму.

Електрозахисні засоби - це технічні вироби, що не є конструктивними елементами електроустановок і використовуються при виконанні робіт в електроустановках з метою запобігання електротравм.

ДНАОП 1.1.10-1.07-01 "Правила експлуатації електрозахисних засобів" (в подальшому Правила) - чинний нормативний документ, в якому наведено перелік засобів захисту, вимоги до їх конструкції, обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад. Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, повинні відповідати вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції.

Електрозахисні засоби поділяються на ізолювальні (ізолюючі штанги, кліщі, накладки, діелектричні рукавиці тощо), огорожу-вальні (огородження, щитки, ширми, плакати) та запобіжні (окуляри, каски, запобіжні пояси, рукавиці для захисту рук).

Ізолюючі електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові.

Основні ізолюючі електрозахисні засоби розраховані на напругу установки

і при дотриманні вимог безпеки щодо користування ними забезпечують захист працівників.

Додаткові електрозахисні засоби навіть у разі дотримання функціонального їх призначення не забезпечують надійного захисту працюючих і застосовуються одночасно з основними для підвищення рівня безпеки. У разі застосування основних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб. Для захисту працівників від напруги кроку достатньо використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів.

Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються Правилами, Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ДНАОП 0.00-4.26-96), галузевими чинними нормативами тощо.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів.

Електрозахисні засоби повинні зберігатись у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічних ушкоджень, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, мастила тощо.

У встановлені нормативами терміни електрозахисні засоби повинні оглядатись з перевіркою їх наявності згідно з вимогами до комплектування, очищатись від пилу, забруднень тощо, періодично проходити спеціальні випробування на відповідність їх діелектричних, механічних і т. ін. показників чинним вимогам.

Крім того, електрозахисні засоби повинні оглядатись перед кожним їх застосуванням. При таких оглядах увага звертається на справність засобів захисту, відсутність тріщин, подряпин та деформації ізолюючих елементів, терміни чергової перевірки. У разі виявлення перерахованих дефектів чи простроченого терміну чергового випробування, користування електрозахисними засобами забороняється. При оглядах діелектричних рукавиць і діелектричного взуття увагу слід звертати на наявність вологи, забруднень, розривів, інших механічних пошкоджень. Відсутність розривів і проколів рукавичок перевіряється скручуванням їх від нарукавника в бік пальців.

Вимоги до термінів випробування електрозахисних засобів, методики і параметрів цих випробувань регламентуються Правилами залежно від типу електрозахисних засобів.

Для деяких типів електрозахисних засобів, відповідно до Правил, наведені дані щодо виду експлуатаційних випробувань, їх термінів та величини напруги.

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера Випробування проводяться напругою змінного струму частотою 50 Гц при температурі повітря 25 ± 10 °C і регламентованій Правилами швидкості підвищення напруги. Результати випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту.

При позитивних результатах випробувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавиці, ізолювальний інструмент), не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформляються протоколом встановленої форми.

Електрозахисні засоби застосовуються в закритих електроустановках без будь-яких погодних обмежень, а у відкритих електроустановках і на повітряних

лініях - тільки в суху погоду, за відсутності наморозі, мряки, опадів. Просто неба в сиру погоду застосовуються засоби захисту спеціальної конструкції, призначені для виконання робіт за таких умов.

Ізольовані електрозахисні засоби необхідно застосовувати за їх прямим призначенням згідно з вимогами Правил і тільки за напруги, що не перевищує ту, на яку вони розраховані.

В електроустановках напругою від 1 до 35 кВ ізолювальні штанги (крім вимірювальних), переносні заземлення, штанги-порохотяги, показчики напруги, ізолюючі та вимірювальні кліщі застосовуються тільки в комплекті з додатковими засобами захисту - діелектричними рукавичками. При більших значеннях напруги застосування діелектричних рукавичок повинно регламентуватись інструкціями з експлуатації ізолюючих штанг.

При використанні ізолюючих електрозахисних засобів необхідно тримати їх за рукоятки до обмежувального кільця на них, на витягнутих руках, не допускати наближення ізолюючої частини цих засобів до струмовідних елементів інших фаз установки на небезпечну відстань, регламентовану Правилами безпечної експлуатації електроустановок.

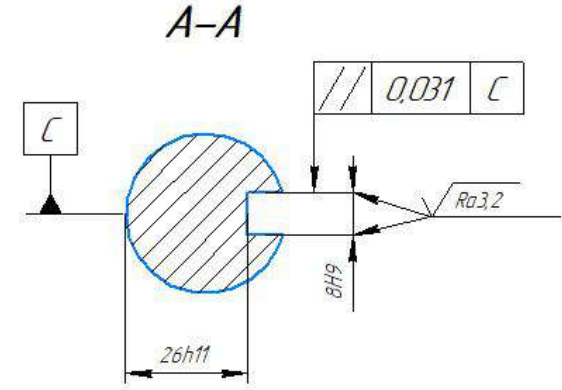
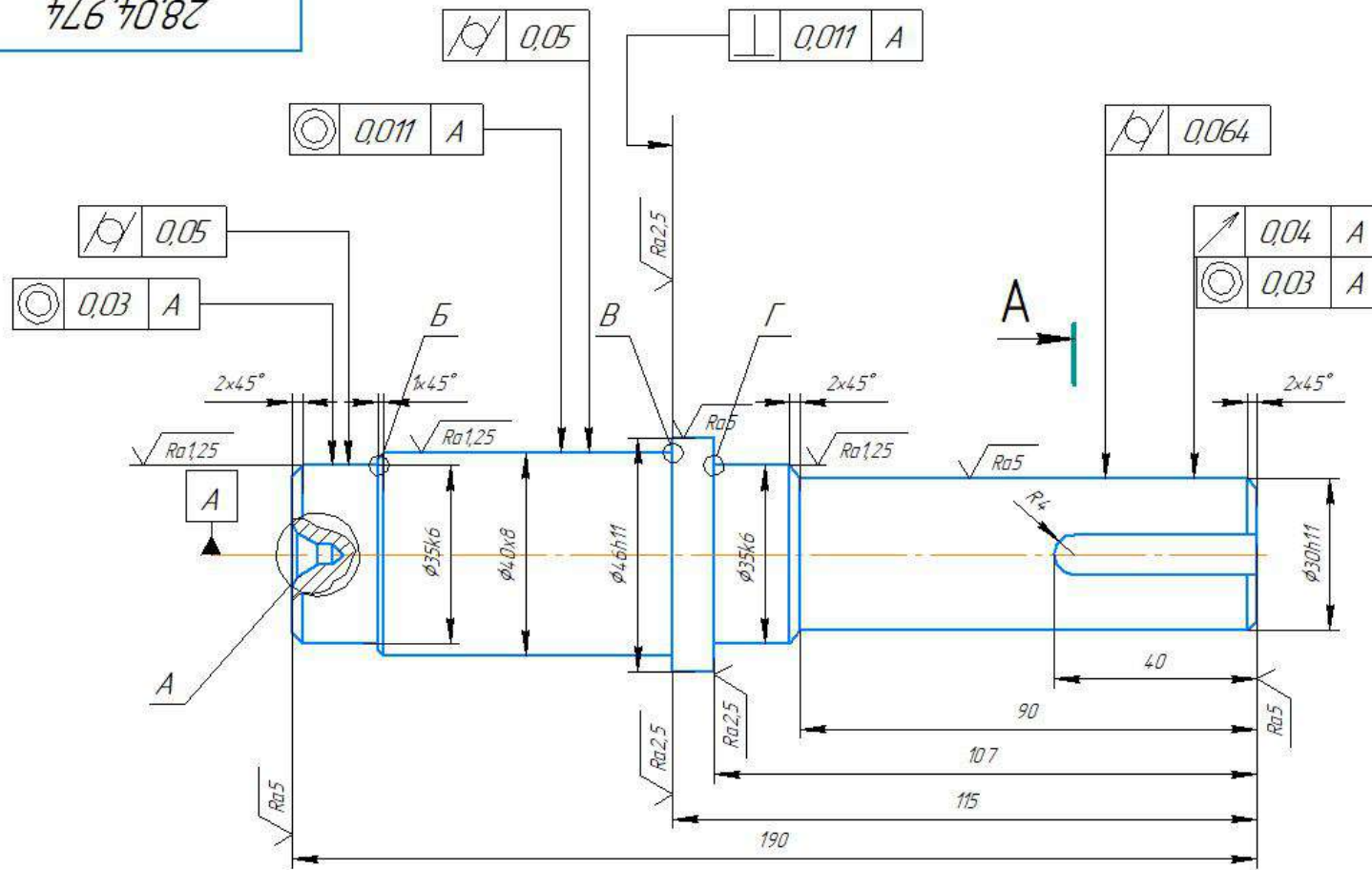
У разі заміни запобіжників за допомогою ізолюючих кліщів, крім діелектричних рукавичок, необхідно застосовувати захисні окуляри.

Перед кожним застосуванням в електроустановках показчиків напруги їх справність необхідно перевіряти на струмовідних частинах, які перебувають під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками. При перевірці справності однополюсних показчиків напруги забороняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих показчиків.

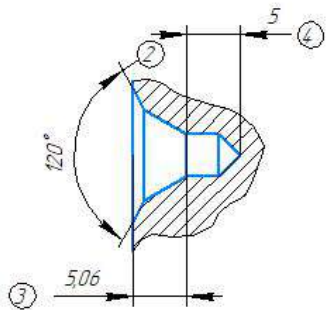
Виконувати роботи в електроустановках з використанням діелектричних штанг, кліщів і подібних їм інших засобів захисту необхідно з землі, підлоги або безпечних стійких інвентарних конструкцій - стаціонарних чи пересувних площадок, з драбин тощо, які за конструкцією мають відповідати чинним технічним умовам на їх виготовлення.

7L6 70'82

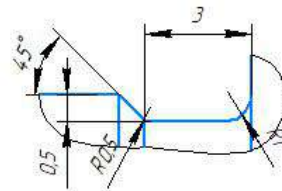
$\sqrt{Ra=6,3(\sqrt{1})}$



A (2:1)



Б,В,Г (5:1)



A

- 1.Твердість НВ 260..280
- 2.Невказані відхилення h14, H14, інших IT14/2
- 3.Зміщення шпачкового пазу відносно осі валу 0,1 мм
- 4.Перекіс шпачкового пазу відносно осі валу 0,02

28.04.974

				28.04.974		
Изм. Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ніженець А.М.			Б	Р	14 11
Пров.	Приходько О.М.			Лист		Листов
Т.контр.						
Н.контр.	Динник О.Д.			СТАЛЬ 40Х ГОСТ 4543-71		
Утв.	Іванов В.О.			СумДУ, гр. ТМ-91к		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

28.04.974

Ra12,5 (✓)

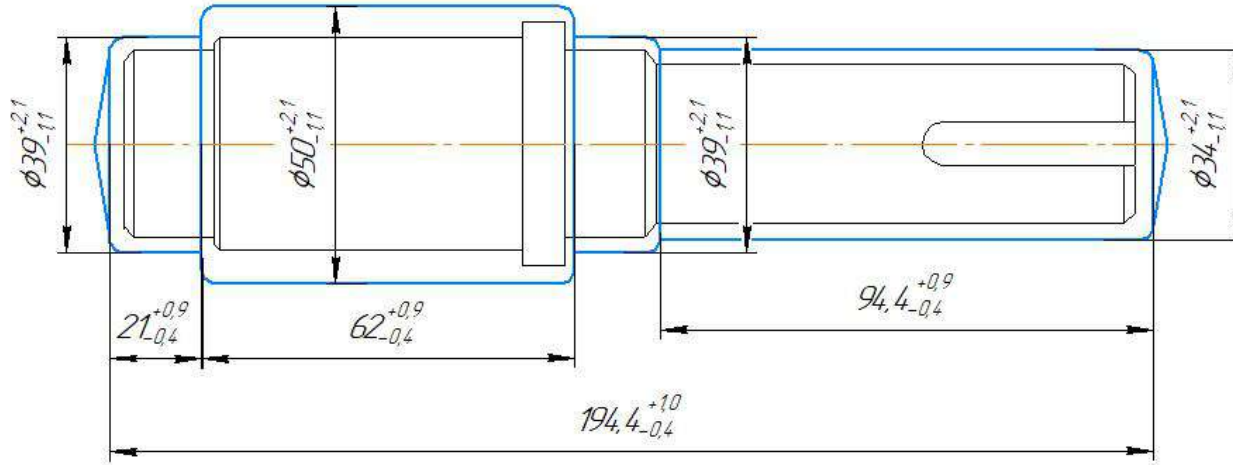
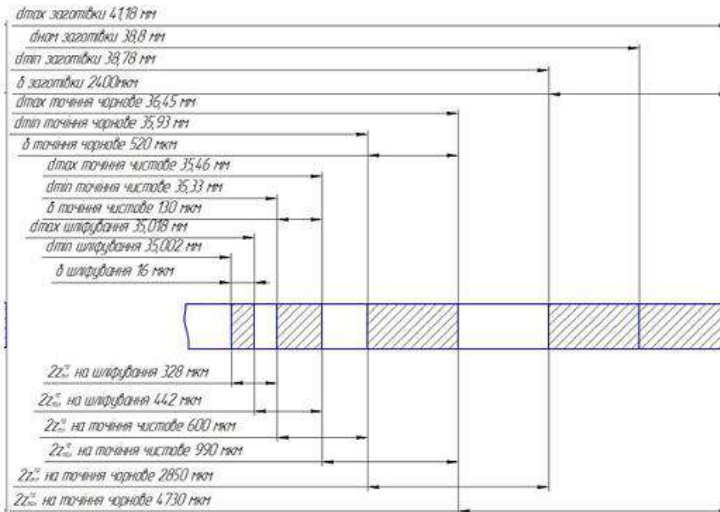


Схема графічного розташування припусків і допусків



1. Вихідний індекс 11, клас точності штамповки Т4, ступінь складності штамповки С1, група сталі М2
2. Твердість НВ 190.235
3. Допустима величина зміщення штампу по лінії роз'єму 0,6 мм
4. Допустиме значення залишкового облою 0,8 мм
5. Штампувальні радіуси 16 мм
6. Невказані штампувальні ухили 1°
7. Невказані граничні відхилення розмірів за ГОСТ 7505-89.

28.04.974

				28.04.974		
				Торсіон (штамповка)		Лит. Маса Масштаб
				Б	Р	20 11
				Лист		Листов 1
Ізм. Лист	№ доцм.	Підп.	Дата	СТАЛЬ 40Х ГОСТ 4543-71		
Разраб.	Ніженець А.М.					
Пров.	Приходько О.М.					
Т.контр.						
Н.контр.	Динник О.Д.			СумДУ гр. ТМ-91к		
Утв.	Іванов В.О.					

Копіравал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

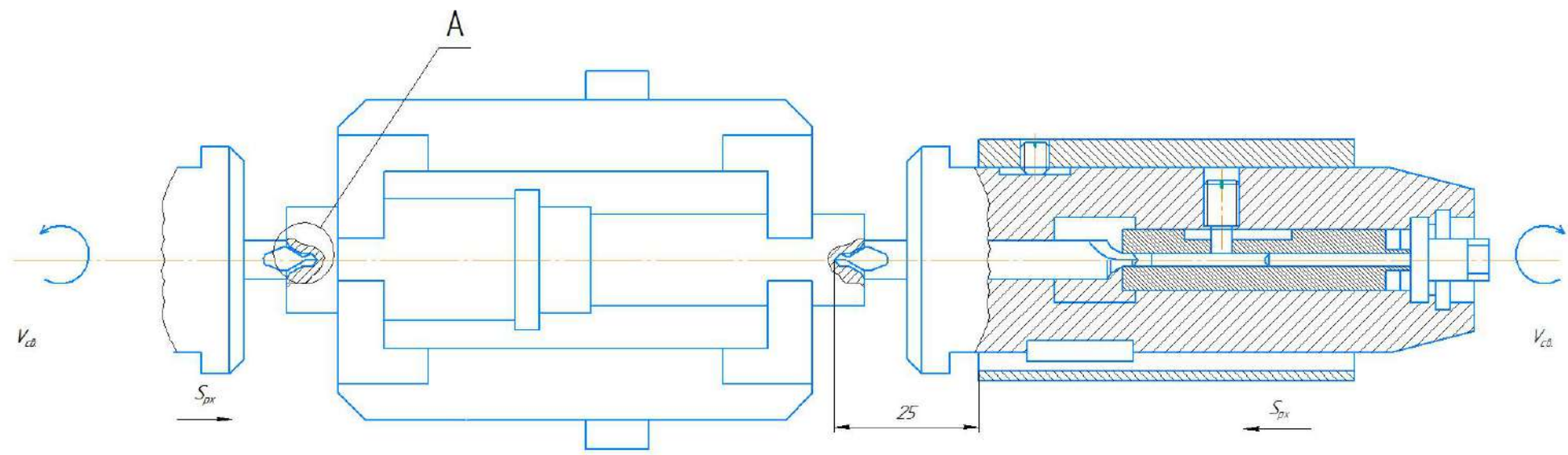
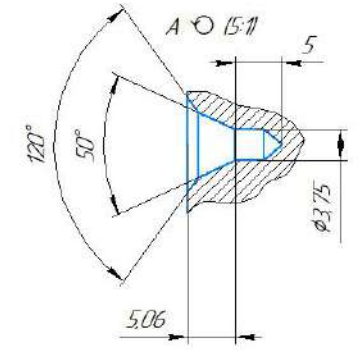
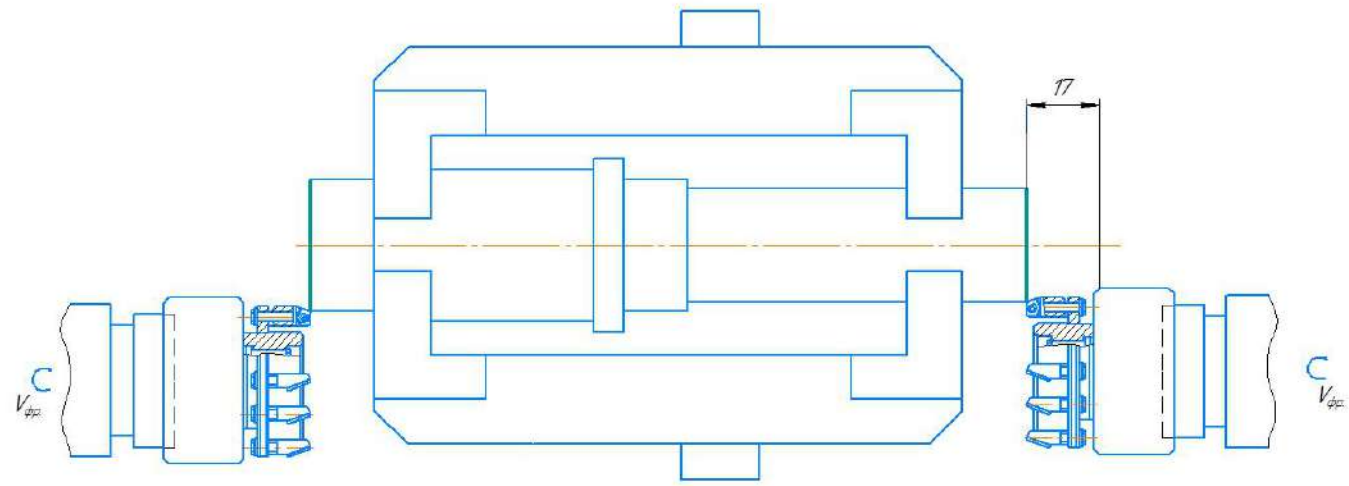
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

005 Фрезерно-центрувальна

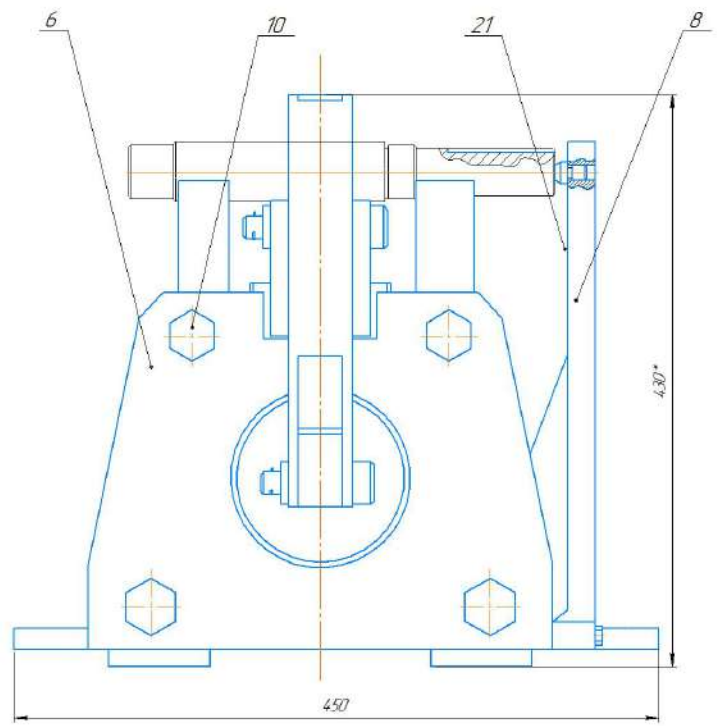
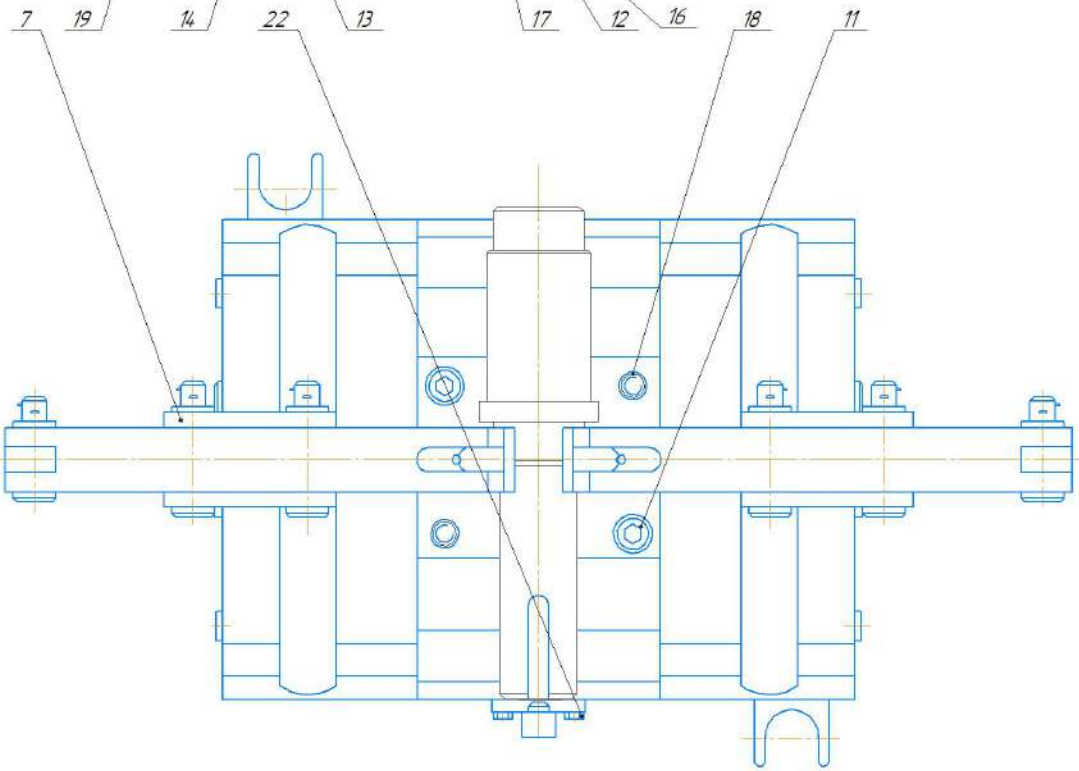
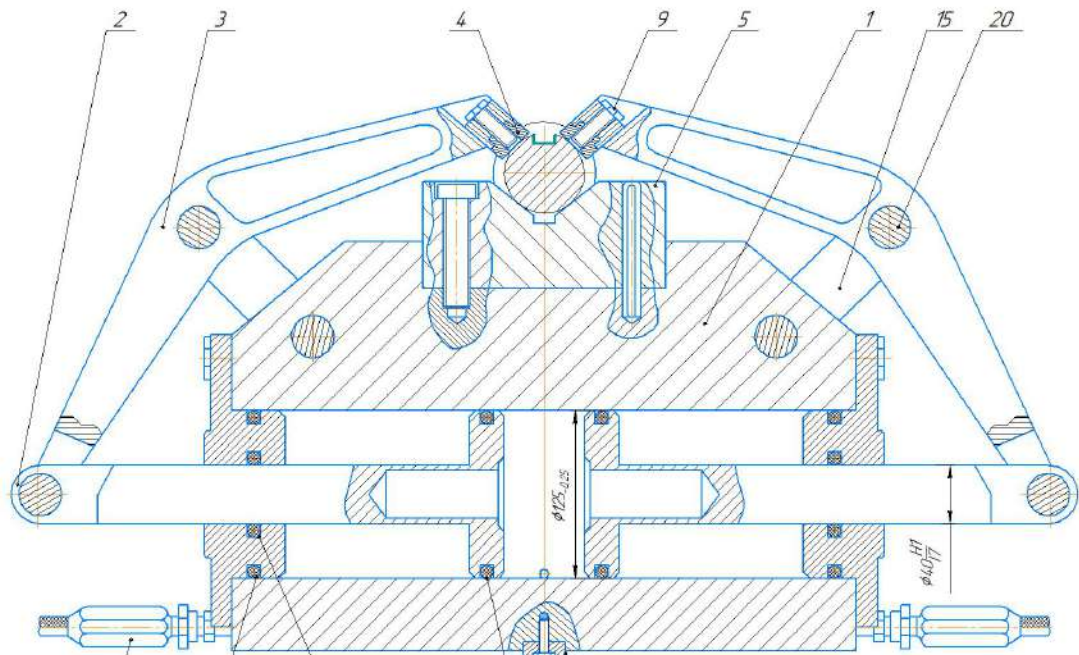
√ Ra12,5 (√)



Лист 1
Лист 2
Лист 3
Лист 4
Лист 5
Лист 6
Лист 7
Лист 8
Лист 9
Лист 10
Лист 11
Лист 12
Лист 13
Лист 14
Лист 15
Лист 16
Лист 17
Лист 18
Лист 19
Лист 20
Лист 21
Лист 22
Лист 23
Лист 24
Лист 25
Лист 26
Лист 27
Лист 28
Лист 29
Лист 30
Лист 31
Лист 32
Лист 33
Лист 34
Лист 35
Лист 36
Лист 37
Лист 38
Лист 39
Лист 40
Лист 41
Лист 42
Лист 43
Лист 44
Лист 45
Лист 46
Лист 47
Лист 48
Лист 49
Лист 50
Лист 51
Лист 52
Лист 53
Лист 54
Лист 55
Лист 56
Лист 57
Лист 58
Лист 59
Лист 60
Лист 61
Лист 62
Лист 63
Лист 64
Лист 65
Лист 66
Лист 67
Лист 68
Лист 69
Лист 70
Лист 71
Лист 72
Лист 73
Лист 74
Лист 75
Лист 76
Лист 77
Лист 78
Лист 79
Лист 80
Лист 81
Лист 82
Лист 83
Лист 84
Лист 85
Лист 86
Лист 87
Лист 88
Лист 89
Лист 90
Лист 91
Лист 92
Лист 93
Лист 94
Лист 95
Лист 96
Лист 97
Лист 98
Лист 99
Лист 100

Фреза центрова φ100 мм	88	630	2	0,2	0,307	0,96
Сверло центровачне φ3,75 мм	8,27	815	1575	0,07	0,2	
Наименования инструменти	V м/хв	α хв	f мм	s _{рх} мм/об	T ₀ хв	T _{шт} хв

TM 21850021-06 OH							
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фрезерно- центрувальна наладка	Лист	Масса	Масштаб
Разроб.	Нижениць А.М.				5 P		2:1
Проєд.	Полчицько А.М.				Лист	Листов	1
Т.контр.				MP-71M	СумДУ гр. ТМ-91к		
Н.контр.	Линник О.Д.						
Узд.	Іванів В.О.						



1. Дійсна сила затиску 15213 Н;
2. Тиск стиснутого повітря 0,4 МПа;
3. Діаметр циліндра $\phi 250$ мм;
4. * розмір для довідок.

				TM 21850021-07 CK	
Лист	№ докум.	Листів	Дата	Лист	Маса
Розроб	Навеченко А.М.			Б.Р.	17,9
Проб	Тришаків О.М.			Листів	Листів
Технік				1	1
Наказ	Виник	Від		6Д91	
Виб	Розроб	Від		СумДУ, гр. ТМ-91к	
				Автори	
				Діагност	

Підвіска

СумДУ 21850021

СумДУ

28.04.974

СумДУ 21850021

Торсіон

БР

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський Державний університет

УЗГОДЖЕНО

/О.М. Приходько/

«___» _____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

/В.О. Іванов/

«___» _____ 20__ р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес механічної обробки
«Торсіон 28.04.974»

Нормоконтролер

/О.Д. Динник/

«___» _____ 20__ р.

Розробив студент
групи ТМ-91к

/А.М. Ніженець/

«___» _____ 20__ р.

Дубл.																				
Взам.																				
Оригін.																				
Підвіска										СумДУ 21850021										
Розроб.	Ніженець А.М.			СумДУ					28.04.974		8Г1012		СумДУ 21850021							
Перевір.	Приходько О.М.																			
Утв.				Торсіон										БР		005				
Н.Контр.	Динник О.Д.																			

 $\sqrt{Ra12,5}$ 