



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Підвищення зносостійкості валів ГТД шляхом застосування в технологічному процесі алмазного виглажування

Студент Коломось Катерина Юріївна

Спеціальність і група 131 Прикладна механіка, Мз-113м

Обсяг проекту (роботи) Повний

Кількість аркушів креслень 12

Кількість сторінок пояснювальної записки 143

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень Технологічна частина, конструкторська частина, автоматизація, спеціальна частина, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню

Виконана робота повністю відповідає поставленому завданню

в) характеристика виконання кожного розділу магістерської роботи, рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим методам роботи
Виконана робота на достатньому рівні відповідає останнім досягненням науки та техніки

г) негативні особливості виконання роботи

При перевірці виконаної роботи негативних особливостей не виявлено

д) позитивні особливості

Позитивною особливістю можна вважати що за допомогою використання алмазного виглажування досягається нейтралізація технологічних напружень. Перевагою алмазного виглажування є висока продуктивність, швидке налагодження устаткування та технологічного оснащення

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи
Графічна частина та пояснювальна записка виконані у відповідності до діючих стандартів.

є) відгук про роботу загалом

В цілому магістерська робота студентки групи Мз-113м Коломоєць Катерини Юріївни відповідає вимогам вищої школи

ж) інші зауваження

У якості зауважень можна привести наступне. В альбомі технологічних карт на карті ескізів та операційній карті оп.055 нумерація поверлень починається не спочатку

з) оцінка роботи

В цілому магістерська робота студентки групи Мз-113м Коломоєць Катерини Юріївни заслуговує оцінку «добре»

Рецензію склав доцент кафедри ТМБ Дядя С. І.

(підпис, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

18 12 2018 р.

(підпис)

[10:14:33] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №783 [3] (200054 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:15:07] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №787 [3] (200045 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:15:27] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №792 [3] (200029 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:15:36] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №797 [3] (200054 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:16:23] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №805 [3] (200016 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:16:33] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №802 [3] (200013 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:17:17] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №812 [3] (200024 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:18:03] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №817 [3] (200035 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:18:37] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №822 [3] (200029 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:19:03] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №827 [3] (200013 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:19:30] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №832 [3] (200013 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:20:31] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №837 [3] (200028 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:22:31] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №842 [3] (200028 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:24:25] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №847 [3] (200028 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:24:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №852 [3] (200028 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:24:37] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №857 [3] (200028 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:25:07] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №862 [3] (200043 мс/секунд); Yandex (Время ожидания операции истекло)

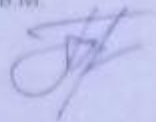
[10:25:08] Тип проверки: *Стандартный*

[10:25:08] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 24%)**

[10:25:08] Уникальность текста 79%[©] (Пропорционировано подстановок: 0%)

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи: Коломоєць К.Ю., провів: зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

13.12.2018р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний

(назва факультету, інституту, кафедри (факультету))

Технології машинобудування

(назва кафедри, факультету, інституту)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)

(ступінь вищої освітньої ступінь)

на тему Підвищення зносостійкості валів ГТД шляхом застосування в технологічному процесі алмазного вигладжування

Виконав: студент 6 курсу, групи Мз-113м
напряму підготовки (спеціальності)

131 «Прикладна механіка»

(назва і номер напрямку підготовки, спеціальності)

Коломось К.Ю.

(підписав та виконав)

Керівник Гермашев А.І.

(підписав та виконав)

Рецензент Дяля С.І.

(підписав та виконав)

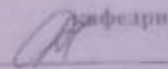
Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

Інститут, факультет _____ Машинобудівний
Кафедра _____ Технологій машинобудування
Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) _____ Другий (магістерський)
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(цифра і назва)
Напрямок підготовки _____
(цифра і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

 Кафедри

ТМБ

С.І. Дадя

- 19 -

12

2018 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Коломоєць Катерина Юрївна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення зносостійкості валів ГТД шляхом застосування в технологічному процесі алмазного вигладжування

Керівник проекту (роботи) Гермашев А.І.ст.викладач,к.т.н.

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

затверджені наказом вишого навчального закладу від "11" 12 2018 р. № 387

2. Строк подання студентом проекту (роботи) грудень

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі "Вал"

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Виконати аналіз: робочого креслення, конструкції та вимог роботи, виду і методу отримання заготовки, термообробки та ХТО, базового технологічного процесу механічної обробки, обладнання та оснастки, притисків на механічну обробку, режимів різання, схем багунання, конструкцій робочих та контрольних пристосувань. 2. Розробити та модернізувати креслення робочого та контрольного пристосувань. 3. Дослідження підвищення зносостійкості валів ГТД шляхом застосування в технологічному процесі алмазного вигладжування. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Креслення заготовки 2. Креслення деталі "Вал" 3. Робоче пристосування для токарної обробки 4. Робоче пристосування для фрезерної обробки 5. Креслення автоматизації контрольних пристосувань 6. РТК УП 7. Креслення для спеціалізації.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)		Підпис, дата	
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	завдання визначення	завдання проєкту
Технологічна частина	Гермашев А.І.ст.викладач,к.т.н.	<i>Гермашев</i> 07.09.18	<i>Гермашев</i> 11.09.18
Конструкторська частина	Гермашев А.І.ст.викладач,к.т.н.	<i>Гермашев</i> 07.09.18	<i>Гермашев</i> 11.09.18
Спеціальна частина	Гермашев А.І.ст.викладач,к.т.н.	<i>Гермашев</i> 07.09.18	<i>Гермашев</i> 11.09.18
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Шмірко В.І., доцент	<i>Шмірко</i> 10.10.18	<i>Шмірко</i> 12.11.18
Нормоконтроль	Гончар Н.В., доцент	<i>Гончар</i> 10.10.18	<i>Гончар</i> 12.11.18

7. Дата видачі завдання 22 січня 2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ к/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Пр
1.	Вивчення матеріалу	19.02.2018	
2.	Розробка технологічної частини	23.04.2018	
3.	Розробка конструкторської частини	25.06.2018	
4.	Дослідження матеріалу для спеціалізації	01.11.2018	
5.	Оформлення документації	30.11.2018	
6.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	12.11.2018	
7.	Захист роботи	19.11.2018	

Студент

Коломосць К.Ю.

Коломосць К.Ю.
(підписати та зазначити)

Керівник проєкту (роботи)

Гермашев А.І.

Гермашев А.І.
(підписати та зазначити)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 143 стор., 11 Рис., 16 Табл., 3 Додатків, 25 джерел.

Мета дипломного проекту - складання технологічного процесу виготовлення деталі; конструювання пристосувань для обробки; розробка планування розташування технологічного обладнання на ділянці і проектування механічного цеху; ознайомлення зі структурою машинобудівельних підприємств.

Пояснювальна записка включає в себе шість частин:

1. Технологічна частина.

- рішення комплексу завдань, пов'язаних з проектуванням технологічного процесу і економічні обґрунтування прийнятих рішень;
- розробку та оформлення технологічної документації на процес, що проектується.

2. Конструкторська частина.

- проектування і розрахунки засобів технологічного оснащення техпроцесу;
- оформлення конструкторської документації на проєктовані кошти технологічного оснащення техпроцесу.

3. Автоматизація.

4. Спеціальна частина

- зміцнення вала алмазним вигладжуванням.

5. Охорона праці.

В процесі проведення дипломного проекту був вивчений технологічний процес виготовлення деталі вал компресора низького тиску авіаційного двигуна Д-36 і внесені істотні зміни спрямовані на зменшення витрат і часу на виробництво; закладені більш продуктивні методи обробки.

Для аналізу заводського техпроцесу використовувалися нормативні документи по обробці різанням, а також навчальна література.

У дипломному проекті розкрито основні теоретичні положення, всі необхідні пояснення, розрахункові формули, ескізи і детальні розрахунки.

ЗАГОТОВКА, РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА,
ВЕРСТАТ, ЕСКІЗ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗМІР, ОТВІР, ТОРЕЦЬ, БЛОК,
ПРИПУСК, РЕЖИМ, КООРДИНАТ, ОБРОБКА, ДЕТАЛЬ, ІНСТРУМЕНТ.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	11
1.1 Службове призначення деталі, її конструктивні особливості та вимоги на виготовлення.....	11
1.1.1 Службове призначення деталі	11
1.1.2 Конструктивні особливості деталі і вимоги на виготовлення.....	12
1.2 Технологічний контроль деталі	16
1.3 Вибір типу виробництва і форми його організації	20
1.4 Вибір способу отримання заготовки та його техніко-економічне обґрунтування.....	22
1.5 Складання планів обробки елементарних поверхонь (МОП)	26
1.6 Вибір і обґрунтування технологічних баз	33
1.7 Проектування маршруту обробки деталі. Вибір металорізального обладнання.	34
1.8 Розрахунок операційних припусків і технологічних розмірів	42
1.9 Визначення режимів різання.....	61
1.10 Технічне нормування операцій.....	90
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	99
2.1 Проектування пристосування для токарної обробки	99
2.1.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування для токарної обробки.....	99
2.2 Проектування пристосування для фрезерної обробки	100
2.2.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування для фрезерної обробки.....	100
2.2.2 Розрахунок похибки установки	101

2.2.3 Розрахунок необхідного зусилля затиску і вибір приводу	103
2.2.4 Розрахунок пристосування на міцність	104
3 АВТОМАТИЗАЦІЯ	107
3.1 Опис конструкції і принцип дії контрольного пристосування	107
3.2 Процедура настройки та контролю	107
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	108
Зміцнення вала компресора низького тиску, двигуна Д-36, алмазним вигладжуванням	
4.1 Сутність процесу алмазного вигладжування	108
4.2 Інструмент для алмазного вигладжування	109
4.3 Режими обробки і оцінка впливу сили вигладжування	112
4.4 Дослідження напружень при алмазному вигладжуванні	114
4.5 Висновки	118
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	120
5.1. Аналіз потенційних небезпек	120
5.2 Заходи з забезпечення техніки безпеки	122
5.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	125
5.4 Трудове законодавство про робочий час та відпочинок працюючих, як один із заходів забезпечення безпеки	128
5.5 Заходи з пожежної безпеки	131
5.6 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	133
5.7. Висновки	136
ВИСНОВОК.....	137
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	138
Додаток А. Специфікація на робоче пристосування для токарної обробки	139

Додаток Б. Специфікація на робоче пристосування для фрезерної обробки	141
Додаток В. Специфікація на контрольне пристосування	143

ВСТУП

При переході машинобудівного виробництва до ринкової економіки перед ним виникає безліч різних завдань вимагають швидкого і правильного рішення.

Зростаюча конкуренція на ринку продукції вимагає від виробника виготовити виріб в мінімальні терміни, високої якості і порівняно невеликою собівартістю. При цьому вартість виробу в значній мірі залежить від використання прогресивних технологічних процесів випуску продукції та застосування високопродуктивного технологічного обладнання, а також скорочення тривалості виробничого циклу виготовлення деталей і всього виробу.

Для здійснення останнього не виключається застосування механізованого і автоматизованого обладнання і спеціальних пристосувань, а також використання оптимальних варіантів організації виробничого процесу.

Виникає необхідність у скороченні тривалості циклу конструкторської і технологічної підготовки виробництва за рахунок використання новітніх засобів автоматизації, в тому числі застосування персональних ЕОМ з роботою в системах AUTOCAD, MATHCAD.

Якість створюваного виробу забезпечується на етапах проектування та виготовлення. Тому важливою складовою забезпечення випуску якісної продукції є контроль елементів виробу, як в хід виконання технологічного процесу, так і остаточний контроль готового виробу. Для забезпечення більшого відсотка контрольованих деталей і зменшення часу на контроль зі збільшенням відсотка достовірності вимірювань необхідно застосовувати контрольні пристосування з автоматичним і напівавтоматичним циклом роботи, при використанні різних датчиків, а також систем, переробних та аналізують отриману інформацію.

В умовах ринкової економіки визначальне значення в положенні підприємства матиме застосування найбільш продуктивних з найменшою

собівартістю коштів праці, які забезпечують необхідну якість виконання автоматизованих конструкторських і технологічних робіт, з складанням мережевий моделі роботи підприємства; застосування ефективних засобів і методів контролю якості продукції, що було основним стрижнем при виконанні дипломного проекту.

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення деталі, її конструктивні особливості та вимоги на виготовлення

1.1.1 Службове призначення деталі

Вал КНТ входить у вузол ротора компресора низького тиску 3х-вального турбореактивного 2х-контурного двигуна Д-36, призначеного для установки на пасажирський літак Як-42 і транспортні АН-72, АН-74.

Двигун Д-36 виконаний по 3х -вальной схемою з осьовим 14-ступінчастим компресором, проміжним корпусом, кільцевої камерою згоряння, 5-ти ступінчастою турбіною і роздільним нерегульованими вихідними соплами зовнішнього і внутрішнього контурів.

Особливості 3х -вальной схеми поділ ротора компресора на два самостійних ротора, кожен з яких приводиться в обертання своєю турбіною і утворює каскад високого і низького тиску відповідно.

Це дозволило:

1. Застосовувати в компресорі ступені, які мають високий ККД;
2. Використовувати при запуску пусковий пристрій малої потужності (стартер розкручує тільки ротор високого тиску).
3. Висока економічність.

Ротор компресора низького тиску (КНТ) - шестиступінчастий, диско-барабанної конструкції, складається з наступних основних деталей: робочого колеса 1-ої ступені, робочого колеса 2-го ступеня робочого колеса 3-ої ступені, зварений секції робочих коліс 4, 5, 6-ий ступенів, переднього валу, заднього валу, переднього лабіринту з зубчастим вінцем, що є індикатором для датчика виміру частоти обертання ротора НД безконтактним способом.

Вал передній КНТ кріпиться до передніх фланців зварений секції ротора. На валу змонтовані деталі передньої опори ротора КНТ.

Вал працює в умовах напруги від відцентрових сил маси дисків і маси, прикріплених до них лопаток; температурних напружень, напруг, викликаї вібрацією дисків.

Матеріал валу - хромистая сталь Х12НМБФ-Ш (ЕП609-Ш), відповідає вимогам експлуатації, що сприяє надійній роботі двигуна, протягом тривалого періоду.

1.1.2 Конструктивні особливості деталі і вимоги на виготовлення

Вал КНТ відноситься до класу тіл обертання, підкласу валов (при $D > L$).

Вже згадана деталь складається з концентрично розташованих поверхностей. Деталь містить галтелі і фаски, 20 кріпильних отворів $\varnothing 6,6$ і 20 отворів для кріплення $\varnothing 8,6$, 3 отвори для перетікання повітря $\varnothing 20$, 20 вибірок $\varnothing 40$, різьблення СПМ 168x1,5 лев і 3 пазів 8. Точність і шорсткість сполучених і неспряжуваних поверхонь наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика формотворчих поверхонь

Поверхня	Виконавчий розмір, мм	Допуск, мм	Квалитет	Шорсткість, Ra	Клас поверхні
внутрішня торцева	2 _{-0,25}	0,25	14	1,6	6
внутрішня торцева	140 _{-0,26}	0,26	11	1,6	6
внутрішня торцева	17,5 ^{+0,24}	0,24	12	1,6	6
зовнішня торцева	4,5 _{-0,025}	0,025	8	1,6	6
наружная торцевая	66 _{-0,2}	0,2	11	0,8	7
зовнішня торцева	86,2 _{-0,23}	0,23	11	1,6	6

Продовження таблиці 1.1

зовнішня торцева	29 _{-0,28}	0,28	8	1,6	6
зовнішня торцева	2,6 _{-0,25}	0,25	14	1,6	6
зовнішня торцева	147,6±0,05	0,1	10	1,6	6
зовнішня торцева	153 _{-0,08}	0,08	8	0,8	7
зовнішня торцева	1,8 _{-0,25}	0,25	14	1,6	6
зовнішня торцева	3,5 _{-0,08}	0,08	11	1,6	6
внутрішня циліндрична	Ø157 ^{+0,04}	0,04	7	1,6	6
зовнішня циліндрична	Ø170 ^{+0,01}	0,017	7	0,8	7
зовнішня циліндрична	Ø181 _{-0,3}	0,3	11	1,6	6
зовнішня циліндрична	Ø203,6-0,3	0,3	11	1,6	6
внутрішня циліндрична	Ø400+0,38	0,38	11	1,6	6
внутрішня циліндрична	Ø173,5+0,26	0,26	11	1,6	6
зовнішня циліндрична	Ø256-0,185	0,3	8	1,6	6
зовнішня циліндрична	Ø282-0,34	0,34	11	1,6	6
зовнішня циліндрична	Ø421-0,38	0,38	11	1,6	6
зовнішня циліндрична	Ø428+0,17	0,04	6	0,8	7
зовнішня циліндрична	Ø165-0,26	0,26	11	1,6	6
внутрішня циліндрична	Ø158+0,26	0,26	11	1,6	6
внутрішня циліндрична	Ø250+0,027	0,027	7	0,8	7
зовнішня циліндрична	Ø421-0,38	0,38	11	1,6	6
отвір	Ø8,6+0,016	0,016	7	0,8	7
отвір	Ø6,6+0,016	0,016	7	0,8	7
отвір	Ø20+0,28	0,28	11	1,6	6
отвір	Ø2+0,1	0,1	11	1,6	6
внутрішній радіус	R0,8+0,2	0,2	14	0,8	7
Паз	8+0,1	0,1	11	1,6	6
Паз	6,2+0,1	0,1	12	3,2	5

Продовження таблиці 1.1

Паз	4+0,3	0,3	14	3,2	5
вибірка	1,6+0,4	0,4	15	3,2	5
вибірка	Ø40-5	5	17	3,2	5
внутрішній радіус	R1,6±0,5	1	16	1,6	6
внутрішній радіус	R0,8-0,3	0,3	15	1,6	6
зовнішній радіус	R6±1	2	16	1,6	6
внутрішній радіус	R6±1	2	16	1,6	6
зовнішній радіус	R25±2,5	5	17	1,6	6
внутрішній радіус	R25±2,5	5	17	1,6	6
зовнішній радіус	R0,8-0,3	0,3	15	3,2	5
зовнішній радіус	R20±2	4	17	3,2	5
зовнішній радіус	R2,5±0,5	1	17	1,6	6
фаска	0,6±0,3x45°	0,6	16	3,2	5
фаска	0,2 +0,2 x45°	0,2	16	3,2	5
фаска	0,8 +0,3 x45°	0,2	16	3,2	5
фаска	1 +0,3 x45°	0,3	16	3,2	5

Матеріал деталі - хромиста сталь X12НМБФ-Ш (ЕП609-Ш)

Сталь знаходить широке застосування для деталей в відповідальних вузлах авіаційних двигунів, умови роботи яких характеризуються дією тривалих навантажень і високими температурами.

Різанням: Сплав задовільно обробляється різанням. Найбільш ефективним є використання ріжучого інструменту з твердосплавного матеріалу ВК6-ОМ, який оптимально підходить за своїм хімічним складом.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад, %

Cr	C	Mo	Nb	V	Ni	Fe	Si	Mn	S
Хром	Вуглець	Молібден	Ниобій	Ванадій	Нікель	Залізо	Кремній	Магній	Сірка
10,5-12	<0,1	<0,5	<0,15	<0,25	1,4-1,8	Основа	<0,6	<0,6	<0,02

Таблиця 1.3 - Основні механічні властивості сплаву

Тимчасовий опір розриву σ_B , МПа	Межа плинності σ_T , МПа	Відносне		Ударна в'язкість, Дж/см ²	Твердість
		Подовження δ %	Звуження ψ %		
900	800	7,8	42	>25	HB 255...341

Таблиця 1.4 - Основні фізичні властивості сплаву

Щільність, г/см ³	λ при 100°C, Вт/(м·К)	$\alpha \cdot 10^6$ при 20...100°C
7,8	22,1	11,0

Корозійна стійкість: Сталь після механічної обробки і пасерування має недостатню корозійну стійкість. Потрібна додатковий захист поверхонь деталі від корозії і консервація при зберіганні. Зовнішні поверхні деталі піддаються захисту лакофарбовими покриттями.

Група контролю вала переднього КНТ - II по ОСТ 1 90021-78

Зразок для механічних випробувань вирізається з однієї заготовки з партії.

Остаточний механічно оброблений вал піддається контролю методом магнітної дефектоскопії по інструкції ВІАМ №370-70. Цей метод призначений для виявлення поверхневих і підповерхневих порушень суцільності типу тріщин різного походження, волосовин, заковів. Магнітопорошковий метод контролю заснований на явищі тяжіння часток магнітного порошку магнітними потоками розсіювання, що виникають над дефектами в намагнічених об'єктах контролю. Феромагнітні частки осідають в місцях дефектів і утворюють видимі неозброєним оком валики порошку. За

характером осідаючи а ня порошку можна судити про довжину дефектів, а в деяких випадках і про тип цих дефектів.

Осадження магнітного порошку на дефектах типу порушення цілісності мають такі характерні особливості:

- гартівні тріщини мають вигляд щільних, тонких звивистих, рельєфних ліній;

- шліфувальні тріщини виявляються у вигляді тонких ліній, що представляють собою сітку або короткі рисочки, напрямом яких перпендикулярно напрямку шліфування;

- втомні тріщини виявляються у вигляді тонких ліній, смуг або «жілок» в місцях концентрації напружень;

- волосовини виявляються у вигляді прямих ліній різної довжини на спрямованих уздовж осі деталі.

Термообробка, вид і вплив її на характер технологічного ін про процесу

Для забезпечення необхідної структури і відповідних механічних властивостей сплаву (твердість, міцність, пластичність), а також поліпшення обробляємості деталі рекомендується проводити термообробку даного сплаву по наступним режимам.

Режими термообробки:

- гарт при температурі $t = (1000-1050) \text{ }^{\circ}\text{C}$ (в маслі або на повітрі);

- відпустку при температурі $t = (630-670) \text{ }^{\circ}\text{C}$

- охолодження деталі виробляють на повітрі.

1.2 Технологічний контроль деталі

Технологічність конструкції деталі визначається як сукупність властивостей конструкції деталі, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості, обсягу випуску і умов виконання робіт.

Високий рівень технологічності деталі формується за рахунок того, що передбачена можливість використання при її виготовленні типових технологічних рішень. Наприклад, стандартизація елементів конструкції канавок для виходу інструменту, радіусів заокруглення, фасок і тому подібних елементів призводить до зниження витрат на підготовку відповідного технологічного інструменту і оснастки.

Конструкція деталі, форма, розміри, точність сполучених і несполучених поверхонь дозволяють виконувати технологічну обробку існуючими прогресивними методами на високопродуктивному обладнанні з використанням високостійких, твердосплавних інструментів.

На кресленні деталі виконано раціональна простановка розмірів, був виконаний принцип суміщення конструкторських, технологічних і вимірювальних баз. Параметри баз (точність, шорсткість) деталі забезпечують достатню точність її установки при обробці і контролі. Проставлення розмірів дозволяє контролювати за допомогою стандартного інструменту і забезпечує їх отримання на попередньо налаштованих верстатах. У конструкції деталі відсутні елементи, що перешкоджають вільному доступу інструменту до місця обробки чи контролю.

Фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу деталі, її форма і розміри відповідають вимогам технології виготовлення, зберігання і транспортування.

1 Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{из} = \frac{q}{Q} \leq 0.8 , \quad (1.1)$$

де q - маса деталі, кг;

Q - маса заготовки, кг.

$K_{из} = 7,65 / 80 = 0,1 < 0,8$ - за цим показником деталь нетехнологічна.

2 Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_{KЭ} = \frac{Q_{yЭ}}{Q_Э} \geq 0.6 \quad (1.2)$$

де $Q_{yЭ}$ - кількість уніфікованих елементів;

$Q_Э$ - загальне число конструктивних елементів.

$K_{ке} = 18/49 = 0,36 < 0,6$, за даним показником деталь нетехнологічна.

3 Оптимальна точність геометричних характеристик оцінюється коефіцієнт точності обробки:

$$K_{m.o.} = 1 - \frac{1}{A_{cp.}} \leq 0.8 \quad (1.3)$$

$$A_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (1.4)$$

де A_{cp} -середній квалітет точності деталі;

A_i - квалітет точності i -ої поверхні;

n_i -кількість розмірів відповідного квалітету.

Таблиця 1.5 - Оптимальна точність геометричних розмірів для визначення $K_{т.о}$

Кількість розмірів відповідного квалітету										$\sum A_i \cdot n_i$	$\sum n_i$	A_{cp}	$K_{т.о.}$
6	7	8	10	11	12	14	15	16	17	580	48	12,1	0,918
1	5	4	1	16	2	5	2	7	5				

$$A_{cp.} = \frac{6 \cdot 1 + 7 \cdot 5 + 8 \cdot 4 + 10 \cdot 1 + 11 \cdot 16 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 5 + 15 \cdot 2 + 16 \cdot 7 + 17 \cdot 5}{1 + 5 + 4 + 1 + 16 + 2 + 5 + 2 + 7 + 5} = \frac{580}{48} = 12,1;$$

$$K_{m.o.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,1} = 1 - 0,082 = 0,918 > 0.8;$$

Деталь відноситься до деталей нормальної точності, тому що $K_{т.о.} > 0,8$.

4 Оптимальна шорсткість поверхонь деталі оцінюється коефіцієнт ν шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} \quad (1.5)$$

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_{iш}}{\sum_{i=1}^n n_{iш}} \quad (1.6)$$

де B_{cp} - середній клас шорсткості деталі;

B_i - клас шорсткості i -ої поверхні;

n_i - кількість поверхонь відповідного класу шорсткості;

Таблиця 1.6 - Оптимальна шорсткість для визначення $K_{ш}$.

Кількість розмірів відповідного класу шорсткості			$\sum B_i \cdot n_i$	$\sum n_i$	B_{cp}	$K_{ш}$
5	6	7	292	49	5,95	0,16
10	31	8				

$$B_{cp} = \frac{5 \cdot 10 + 6 \cdot 31 + 7 \cdot 8}{10 + 31 + 8} = \frac{292}{49} = 5,95; K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} = \frac{1}{5,95} = 0,16 > 0,16;$$

Деталь відносимо до добре оброблюються так як $K_{ш} > 0,16$.

5 Вибір раціональної заготовки.

1) Матеріал заготовки підібраний з урахуванням оптимального співвідношення фізико-механічних властивостей і ціною.

2) Форма заготовки після штампування має максимально наближені розміри до деталі (мінімальні приспуски).

3) Матеріал прекрасно обробляється лезовий інструментом (різець, свердло, фреза) і абразивним інструмент у ментом (шліфувальний круг).

6 Технологічність форми.

1) Заготівля деталі має технологічні бази-поверхні, які обидві з печивають надійне і зручне закріплення деталі на верстаті.

2) Заготівля має достатню жорсткість для надійного закріплення на верстаті, виключення деформацій на високих режимах обробки і досягнення необхідної точності, а також при контролі розмірів.

3) При закріпленні заготовки на верстаті існує зручний підведення, врізання і вихід інструменту.

4) Заготівля відносно добре контролюється і оброблюваною т.с.

7 Рациональна простановка розмірів.

Розміри проставлені рационально, так як вони забезпечують:

1) Об'єднання конструкторських, складальних і технологічних баз.

2) Об'єднання технологічних і вимірювальних баз.

3) Можливість обробки на попередньо налаштованих верстатах з ЧПУ.

4) Використання простих пристосувань, різучого і вимірювального інструмента.

5) Надійність і простоту вимірювання при обробці і після виготовлення.

6) Рациональність послідовності обробки елементарних поверхонь простейших.

Висновок:

Аналізуючи вищевказані показники конструкцію деталі можна, в цілому, вважати технологічною. Конфігурація деталі дає можливість закріплювати її як на чорнових етапах обробки, так і на чистових. Матеріал деталі (сталь Х12НМБФ-Ш) добре обробляється різучим інструментом.

1.3 Вибір типу виробництва і форми його організації

Проектування технологічного процесу залежить від багатьох факторів, в тому числі і від типу та організаційної форми виробництва.

Тип виробництва визначається за ознаками широти номенклатури, регулярність, стабільності і обсягу випуску виробів: одиночне, серійне, масове.

Форма організації виробництва визначається за ознакою рівня організації робочих місць і принципу розташування робочих місць: потокова, що не потокова і групова.

Тип виробництва попередньо визначаємо в залежності від річного обсягу випуску $N = 500$ шт. і маси деталі $m = 7,65$ кг по [1, табл.2.2, стор.22] - серійне виробництво.

Остаточно тип виробництва визначаємо за коефіцієнтом закріплення операцій на ділянці. Коефіцієнт закріплення - це відношення всіх деталей-операцій, що виконуються або повинні виконуватися протягом місяця на ділянці до кількості робочих місць.

$$K_{з.о} = \frac{O}{M} \quad (1.7)$$

M - кількість робочих місць (верстатів) на ділянці.

На ділянці встановлено $M = 38$ верстатів. На цих верстатах обробляється 4 в і так валів, при цьому кількість виконуваних деталей-операцій дорівнює $O = 430$

$$K_{з.о} = \frac{430}{38} = 11,3$$

Так як $11 < K_{з.о} = 11,3 < 21$, то виробництво серійне.

Організаційну форму виконання робіт на ділянці встановлюють в залежності від принципу розташування робочих місць і характеру руху оброблюваних заготовок з урахуванням рівності або кратності тривалості кожної операції такту випуску.

Потоковою формою організації виробництва приймається така, при якій операція обробки закріплюється за обладнанням, розташованим в порядку виконання цих операцій, оброблена заготовка передається з одного робочого місця на інше відразу ж після виконання попередньої операції, як правило, за допомогою спеціальних транспортних пристроїв, рух оброблюваних заготовок виконується в одному напрямку і при цьому тривалість обробки на кожній операції приблизно дорівнює або кратна такту випуску.

У нашому випадку форма організації виробництва - серійно-потокова. Це така форма виробництва при якій деталі надходять на ділянку партіями, але обробка їх виконується поточним методом. Після закінчення обробки однієї партії заготовок обладнання робочих місць ділянки відповідно переналадується а проживати і на ділянку надходить партія інших заготовок, які мають подібний технологічний процес і також обробляються поточним методом.

Кількість заготовок в партії для одночасного запуску визначається:

$$n = \frac{a \cdot N}{250} = \frac{10 \cdot 500}{250} = 20 \text{деталей}$$

де $a = 3, 5, 10, 20, 60, 125$ днів - періодичність запуску деталей в виробництво або кількість днів, на які необхідно забезпечити запас деталей для роботи складальної ділянки $a = 10$;

$N = 500$ шт. - річна програма випуску;

250 - кількість робочих днів у році.

1.4 Вибір способу отримання заготовки та його техніко економічне обґрунтування

У сучасному виробництві одним з основних напрямків розвитку технологій механічної обробки є використання чорнових заготовок з

економічними конструктивними формами, що забезпечують можливість застосування найбільш оптимальних способів їх обробки. Цей напрямок вимагає безперервного підвищення точності заготовки та наближення її контурів до релієфних форм і розмірів чистової деталі, що дозволяє скоротити обсяг обробки, обмежуючи її напівчистове і чистовими операціями.

У серійному виробництві заготовки виготовляються з поковок і штамп проков на молотах, горизонтально-кувальних машинах (ГКР), кривошипних гарячештамповочних пресах (КГШП). У другому і третьому випадку знижуються ін і пуски і допуски на заготовку, зменшується витрата металу, отже збільшується коефіцієнт використання матеріалу К_м.

Так як дана деталь відноситься до деталей типу валу доцільно підлогу у часті заготовку на кривошипних гарячештамповочних пресах (КГШП)

Для економічного обґрунтування вибору заготовки виробляємо розрахунок її технологічного собівартості деталі по порівнюваним методам:

1 Штампування у відкритих штампах на молотах

2 Штампування у відкритих штампах на КГШП

Матеріал деталі: сталь Х12НМБФ-Ш (ЕП609-Ш)

Маса деталі: $q = 7,65$ кг;

Маса заготовки на молотах: $Q_1 = 125$ кг;

Маса заготовки зробленої на КГШП: $Q_2 = 80$ кг;

Програма випуску: $N = 500$ шт.

Розрахуємо вартість заготовок одержуваних різними методами

$$S_{32} = \left(\frac{C_{\delta}}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q_2 - q) \cdot \frac{S_{omx}}{1000}; \quad (1.8)$$

де C_{δ} - базова вартість 1т. штамповок, нормальної точності, по ГОСТ 7505-74, 2-ї групи складності, 2-ї групи серійності. Прейскурант №25-01,1981);

K_T - коефіцієнт точності;

K_M - коефіцієнт марки матеріалу;

K_C - коефіцієнт складності.

K_B - коефіцієнт випуску

K_P - коефіцієнт обсягу виробництва

$C_{от}$ - вартість 1 тонни стружки, грн.

$$C_{31} = \frac{700}{1000} \cdot 125 \cdot 1,03 \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1 - (125 - 7,65) \cdot \frac{58}{1000} = 118,54 \text{ гр}$$

$$C_{32} = \frac{700}{1000} \cdot 80 \cdot 1,05 \cdot 1,22 \cdot 0,87 \cdot 0,93 \cdot 1 - (80 - 7,65) \cdot \frac{58}{1000} = 53,85 \text{ гр}$$

Коефіцієнт використання заготовки:

$$\eta = \frac{q}{Q} \quad (1.9)$$

$$\eta_1 = \frac{7,65}{125} = 0,06 \quad \eta_2 = \frac{7,65}{80} = 0,1$$

$C_2 < C_1$, $\eta_1 < \eta_2$, тому подальші розрахунки будемо проводити застосовуючи тільки до варіанту 2 штампування на КГШП.

Штампування у відкритих штампах на КГШП забезпечує виготовлення отн про сительно точних поковок без зсуву в площині роз'єму, з малими припусками і з підвищеною в порівнянні з молотами продуктивністю.

Отримані дані заносимо в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 Порівняльні показники виготовлення заготовок за варіантами

Показник	Позначення	Одиниці	Варіант	
			1	2
Маса заготовки	Q q	кг	125	80
Базова ціна 1 т. заготовок	C _б	грн.	700	700
Коефіцієнти	k _т		1,03	1,05
	k _м		1,22	1,22
	k _с		1,0	0,87
	k _в		1,14	0,93
	k _п		1	1
Вартість 1 т. стружки	S _{отх}	грн.	58	58
Вартість однієї заготовки	C	грн.	118,54	53,85
Коефіцієнт використання матеріалу	η		0,06	0,1

Річна економія за вартістю виготовлення заготовки від застосування 2 варіанти в порівнянні з 1 варіантом:

$$\Delta = (C_1 - C_2) \cdot N = (118,54 - 53,85) \cdot 500 = 32345 \text{ грн}$$

Річна економія матеріалу від застосування 2 варіанти в порівнянні з 1 варіантом:

$$C_M = N \cdot \frac{q \cdot (\eta_2 - \eta_1)}{\eta_2 \cdot \eta_1} = 500 \cdot \frac{7,65(0,1 - 0,06)}{0,1 \cdot 0,06} = 25500 \text{ кг};$$

Найбільш раціональним є виготовлення заготовок штампуванням в відкритих штампах на кривошипному горячештамповочних пресі так як річна економія за вартістю в порівнянні зі штампуванням на молоті - 32345 грн., А річна економія матеріалу - 25500 кг.

1.5 Складання планів обробки елементарних поверхонь (МОП)

Складемо план обробки внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 250$ Н6($^{+0,027}_{-0}$); биття - 0,06мм; шорсткість Ra 0,8 мкм.

Заготівля штампівка: $\varnothing 236^{+2,0}_{-3,5}$ мм, $Td_3 = 5,5$ мм; квалітет точності розміру заготовки IT 17; биття - 1,5мм; шорсткість Ra 250 мкм.

Визначаємо загальне уточнення за показниками якості і точності поверхоні:

$$\varepsilon_{d0} = \frac{Td_3}{Td_{\text{дет}}} = \frac{Td_1}{Td_{\text{к}}} \quad (1.10)$$

де $Td_{\text{дет}} = Td_{\text{до}}$; $Td_{\text{заг}} = Td_1$ - допуск геометричного розміру відповідно деталі і заготовки

$$\varepsilon_{\Delta 0} = \frac{\Delta_3}{\Delta_{\text{дет}}} = \frac{\Delta_1}{\Delta_{\text{к}}} \quad (1.11)$$

де $\Delta_{\text{дет}} = \Delta_{\text{до}}$; $\Delta_{\text{заг}} = \Delta_1$ - похибка форми і взаємного розташування відповідного деталі і заготовки

$$\varepsilon_{Ra0} = \frac{Ra_3}{Ra_{\text{дет}}} = \frac{Ra_1}{Ra_{\text{к}}} \quad (1.12)$$

де $Ra_{\text{дет}} = Ra_{\text{до}}$; $Ra_{\text{заг}} = Ra_1$ - шорсткість відповідно деталі і заготовки

$$\varepsilon_{d0} = \frac{5,5}{0,027} = 203,7$$

$$\varepsilon_{\Delta 0} = \frac{1,5}{0,06} = 25$$

$$\varepsilon_{Ra0} = \frac{25}{0,8} = 31,25$$

Основним показником якості цієї поверхні є показник точності геометричного розміру, так як вимагає найбільшого уточнення. З цього показнику розраховуємо до переходів

$$Kd = 2 \cdot \lg \varepsilon_{d0} = 2 \cdot \lg 203,7 = 4,61$$

Приймаємо $k = 5$ переходів

Визначаємо різницю показників якості і розподіляємо цю різницю по 3 переходах по закону прогресивного зменшення.

Різниця квалитетів точності і її розподіл

$$\nabla_{\text{кв}} = I_{\text{Тзаг}} - I_{\text{Тдет}} = I_{\text{T17-H6}} = 11 \text{ квалитетів} = 4 + 2 + 2 + 2 + 1$$

Різниця ступенів точності розташування - биття і її розподіл

$$\Delta_{\text{ст}} = \text{ст.заг} - \text{ст.дет} = \text{ст.17} - \text{ст.6} = 11 = 4 + 2 + 2 + 2 + 1$$

Різниця класів чистоти поверхні і її розподіл

$$Ra\ 25 \Rightarrow Ra\ 6,3 \Rightarrow Ra\ 3,2 \Rightarrow (TO) \Rightarrow Ra\ 1,6 \Rightarrow Ra\ 0,8 \Rightarrow Ra\ 0,8$$

Встановлюємо послідовність показників точності і якості ППТК

- по точності геометричного розміру - діаметру

$$I\ T17 \Rightarrow H13 \Rightarrow H11 \Rightarrow (TO) \Rightarrow H9 \Rightarrow H7 \Rightarrow H6$$

- по точності взаємного розташування - биття

$$\text{ст.17} \Rightarrow \text{ст.13} \Rightarrow \text{ст.11} \Rightarrow (TO) \Rightarrow \text{ст.9} \Rightarrow \text{ст.7} \Rightarrow \text{ст.6}$$

- по шорсткості поверхні

$$Ra\ 25 \Rightarrow Ra\ 6,3 \Rightarrow Ra\ 3,2 \Rightarrow (TO) \Rightarrow Ra\ 1,6 \Rightarrow Ra\ 0,8 \Rightarrow Ra\ 0,8$$

За таблицями [2, табл.4, стор.8] відповідно до ППТК призначаємо методи про б ництва по переходах:

1. розточування чорнове
2. розточування напівчистове
3. термообробка
4. розточування чистове
5. розточування тонке
6. шліфування чистове

За [2, табл.4, стор.8] призначаємо допуски по переходах відповідно до ППТК. Розраховуємо уточнення по переходах:

1-й перехід - розточування чорнове

$$Td_1 = 720\ \text{мкм} \quad T_{ra_1} = 6,3\ \text{мм} \quad T_{\Delta_1} = 300\ \text{мкм}$$

$$\varepsilon_{d1} = \frac{5500}{720} = 7,65 \quad \varepsilon_{\Delta 1} = \frac{1500}{300} = 5 \quad \varepsilon_{Ra1} = \frac{25}{6,3} = 3,97$$

2-й перехід - розточування напівчистове

$$Td_2 = 290\ \text{мкм} \quad T_{ra_2} = 3,2\ \text{мкм} \quad T_{\Delta_2} = 120\ \text{мкм}$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{720}{290} = 2,5 \quad \varepsilon_{\Delta 2} = \frac{300}{120} = 2,5 \quad \varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97$$

4-й перехід - Растачивание чистове

$$Td_4 = 115\ \text{мкм} \quad T_{ra_4} = 1,6\ \text{мкм} \quad T_{\Delta_4} = 50\ \text{мкм}$$

$$\varepsilon_{d4} = \frac{290}{115} = 2,52 \quad \varepsilon_{\Delta 4} = \frac{120}{50} = 2,4 \quad \varepsilon_{Ra4} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

5-й перехід - Растачивание чистове

$T d_4 = 46$ мкм $T r_{a4} = 0,8$ мкм $T \Delta_4 = 50$ мкм

$$\varepsilon_{d4} = \frac{115}{46} = 2,5 \quad \varepsilon_{\Delta 4} = \frac{50}{50} = 1 \quad \varepsilon_{Ra4} = \frac{1,6}{0,8} = 2$$

6-й перехід - Растачивание чистове

$T d_4 = 27$ мкм $T r_{a4} = 0,8$ мкм $T \Delta_{\square 4} = 50$ мкм

$$\varepsilon_{d4} = \frac{46}{27} = 1,7 \quad \varepsilon_{\Delta 4} = \frac{50}{50} = 1$$

Загальне уточнення

$$\prod_{i=3}^{\kappa} \varepsilon d_i = 7,65 \cdot 2,5 \cdot 2,52 \cdot 2,5 \cdot 1,7 = 204,8 \geq \varepsilon d_0$$

$$\prod_{i=3}^{\kappa} \varepsilon_{Ra_i} = 3,97 \cdot 1,97 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1 = 31,28 \geq \varepsilon_{Ra_0}$$

$$\prod_{i=3}^{\kappa} \varepsilon \Delta_i = 5 \cdot 2,5 \cdot 2,4 \cdot 1 \cdot 1 = 30 \geq \varepsilon \Delta_0$$

Пропонований МОП забезпечує необхідну точність і якість поверхонь про сти.

Отримані дані заносимо в таблицю 1.8.

Розрахунки маршрутів обробки інших поверхонь наведені в таблиці 1.8.

Таблица 1.8 -Маршруты обработки поверхностей

Характер та показники якості та якість поверхні в деталі та в заготовці	Показник	Уточнення	Кількість переходів k		Різниця показників і ППТК	МОП		Допуск			Уточнення		
			Розрахункові	Прийняті		i	Метод обробки	Розміра	Взаємного розположення	Шорсткості	Розміра	Взаємного розположення	Шорсткості
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 250 \text{ H6 } (^{+0,027})$; биение - 0,06мм Ra 0,8 Заготовка $\varnothing, 236^{+2,0}_{-3,5} \text{ мм} =$ IT 17 биение - 1,5мм Ra 25	d	203,7	4,61	5	$\nabla_{\text{кв}} = \text{IT}_{\text{заг}} - \text{IT}_{\text{дет}} = \text{IT}17 - \text{H6} = 11$ квалитетов $= 4 + 2 + 2 + 2 + 1$ $\text{IT}17 \Rightarrow \text{H}13 \Rightarrow \text{H}11 \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{H}9 \Rightarrow \text{H}7 \Rightarrow \text{H}6$ $\Delta_{\text{ст}} = \text{ст. заг} - \text{ст. дет} = \text{ст. 17} - \text{ст. 6} = 11 = 4 + 2 + 2 + 2 + 1$ $\text{ст. 17} \Rightarrow \text{ст. 13} \Rightarrow \text{ст. 11} \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{ст. 9} \Rightarrow \text{ст. 7} \Rightarrow \text{ст. 6}$ $\text{Ra } 25 \Rightarrow \text{Ra } 6,3 \Rightarrow \text{Ra } 3,2 \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{Ra } 1,6 \Rightarrow \text{Ra } 0,8 \Rightarrow \text{Ra } 0,8$	1	Заготовка	5,5	1,5	25	-	-	-
	Δ	25				2	Растачивание черновое	0,72	0,3	6,3	7,65	5	3,97
	Ra	31,25				3	Растачивание получистовое	0,29	0,12	3,2	2,5	2,5	1,97
						4	Термообработка	-	-	-	-	-	-
						5	Растачивание чистовое	0,115	0,05	1,6	2,52	2,4	2
						6	Растачивание тонкое	0,046	0,05	0,8	2,5	1	2
						7	Шлифование чистовое	0,027	0,05	0,8	1,7	1	1
											204,8	30	31,2

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 428 \text{ p6}^{+0,17}_{+0,13} \text{ мм};$ биение - 0,04мм Ra 0,8 Заготовка $\varnothing 438^{+4,0}_{-2,5} \text{ мм} = \text{IT } 17$ биение - 1,5мм Ra 25	d	162,5	4,4	5	$\nabla_{\text{кв}} = \text{IT}_{\text{заг}} - \text{IT}_{\text{дет}} = \text{IT } 17 - \text{p6} = 11$ квалитетов $= 4 + 2 + 2 + 2 + 1$ $\text{IT } 17 \Rightarrow \text{h13} \Rightarrow \text{h11} \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{h9}$ $\Rightarrow \text{h7} \Rightarrow \text{p6}$ $\Delta_{\text{ст}} = \text{ст. заг} - \text{ст. дет} = \text{ст. 17} - \text{ст. 6} = 11 =$ $= 4 + 2 + 2 + 2 + 1$ $\text{ст. 17} \Rightarrow \text{ст. 13} \Rightarrow \text{ст. 11} \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{ст. 9}$ $\Rightarrow \text{ст. 7} \Rightarrow \text{ст. 6}$ $\text{Ra } 25 \Rightarrow \text{Ra } 6,3 \Rightarrow \text{Ra } 3,2 \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow$ $\Rightarrow \text{Ra } 1,6 \Rightarrow \text{Ra } 0,8 \Rightarrow \text{Ra } 0,8$	1	Заготовка	6,5	1,5	25	-	-	-
	Δ	37,2				2	Точение черновое	0,97	0,5	6,3	6,7	3	3,97
	Ra	31,25				3	Точение получистовое	0,4	0,2	3,2	2,42	2,5	1,96
						4	Термообработка	-	-	-	-	-	-
						5	Точение чистовое	0,155	0,08	1,6	2,6	2,5	2
						6	Точение тонкое	0,063	0,03	0,8	2,46	2,67	2
						7	Шлифование чистовое	0,04	0,03	0,8	1,57	1	1
											162,8	50	31,28
Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 282 \text{ h11}(-0,34);$ биение - 0,06мм Ra 1,6 Заготовка $\varnothing 296^{+4,0}_{-2,0} \text{ мм} = \text{IT } 17$ биение - 1,5мм Ra 25	d	17,64	4,19	4	$\nabla_{\text{кв}} = \text{IT}_{\text{заг}} - \text{IT}_{\text{дет}} = \text{IT } 17 - \text{h11} = 6$ квалитетов $= 4 + 2$ $\text{IT } 17 \Rightarrow \text{h13} \Rightarrow \text{h11} \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{h11}$ $\Delta_{\text{ст}} = \text{ст. заг} - \text{ст. дет} = \text{ст. 17} - \text{ст. 11} = 6 =$ $= 4 + 2 + 3$ $\text{ст. 17} \Rightarrow \text{ст. 13} \Rightarrow \text{ст. 11} \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow \text{ст. 8}$ $\text{Ra } 25 \Rightarrow \text{Ra } 6,3 \Rightarrow \text{Ra } 3,2 \Rightarrow (\text{TO}) \Rightarrow$ $\Rightarrow \text{Ra } 1,6 \Rightarrow \text{Ra } 1,6$	1	Заготовка	6,0	1,5	25	-	-	-
	Δ	25				2	Точение черновое	0,81	0,3	6,3	7,41	3,75	3,97
	Ra	15,62				3	Точение получистовое	0,34	0,16	3,2	2,38	2,5	1,96
						4	Термообработка	-	-	-	-	-	-
						5	Точение чистовое	0,34	0,05	1,6	1,0	3,2	2
											17,64	30	15,62

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутренняя цилиндрическая поверхность Ø157 H7 (^{+0,04}); биение - 0,06мм Ra 0,8 Заготовка Ø143 ^{+1,5} _{-3,5} мм = IT 17 биение - 1,5мм Ra 25	d	125	4,19	4	$\nabla_{\text{кв}} = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = IT17 - H7 = 10$ квалитетов = 4+2+2+2 $IT17 \Rightarrow h13 \Rightarrow h11 \Rightarrow (TO) \Rightarrow h9 \Rightarrow h7$ $\Delta_{\text{ст}} = \text{ст.заг} - \text{ст.дет} = \text{ст.17} - \text{ст.7} = 10 =$ = 4+2+2+2 $\text{ст.17} \Rightarrow \text{ст.13} \Rightarrow \text{ст.11} \Rightarrow (TO) \Rightarrow \text{ст.9}$ $\Rightarrow \text{ст.7}$ $Ra\ 25 \Rightarrow Ra\ 6,3 \Rightarrow Ra\ 3,2 \Rightarrow (TO) \Rightarrow$ $\Rightarrow Ra\ 1,6 \Rightarrow Ra\ 0,8$	1	Заготовка	5,0	1,5	25	-	-	-
	Δ	25				2	Точение черновое	0,63	0,3	6,3	7,94	5	3,97
	Ra	31,25				3	Точение получистовое	0,25	0,12	3,2	2,52	2,5	1,97
						4	Термообработка	-	-	-	-	-	-
						5	Точение чистовое	0,1	0,05	1,6	2,5	2,4	2
						6	Шлифование чистовое	0,04	0,05	0,8	2,5	1	2
											125	30	31,28
Внутренняя цилиндрическая поверхность Ø400 H11 (^{+0,36}); биение - 0,06мм Ra 1,6 Заготовка Ø370 ₋₅ мм = IT 17 биение - 1,5мм Ra 25	d	13,88	2,79	3	$\nabla_{\text{кв}} = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = IT17 - H11 = 6$ квалитетов = 4+2 $IT17 \Rightarrow H13 \Rightarrow H11 \Rightarrow (TO) \Rightarrow H11$ $\Delta_{\text{ст}} = \text{ст.заг} - \text{ст.дет} = \text{ст.17} - \text{ст.11} = 6 =$ = 4+2+3 $\text{ст.17} \Rightarrow \text{ст.13} \Rightarrow \text{ст.11} \Rightarrow (TO) \Rightarrow \text{ст.8}$ $Ra\ 25 \Rightarrow Ra\ 6,3 \Rightarrow Ra\ 3,2 \Rightarrow (TO) \Rightarrow$ $\Rightarrow Ra\ 1,6 \Rightarrow Ra\ 1,6$	1	Заготовка	5,0	1,5	25	-	-	-
	Δ	25				2	Точение черновое	0,89	0,4	6,3	5,62	3,75	3,97
	Ra	15,62				3	Точение получистовое	0,36	0,16	3,2	2,47	2,5	1,97
						4	Термообработка	-	-	-	-	-	-
						5	Точение чистовое	0,36	0,05	1,6	1	3,2	2
											13,88	30	15,62

1.6 Вибір і обґрунтування технологічних баз.

Технологічна база визначає положення вала на верстаті, щодо траєкторії руху ріжучого інструменту і знаходиться в безпосередньому контакті з елементами пристосування.

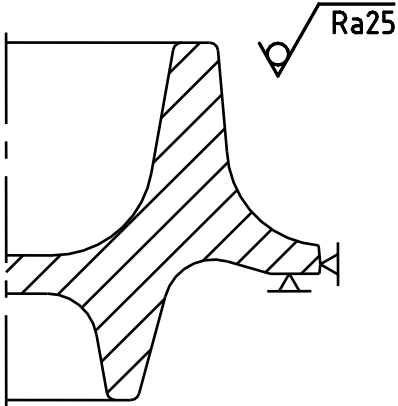
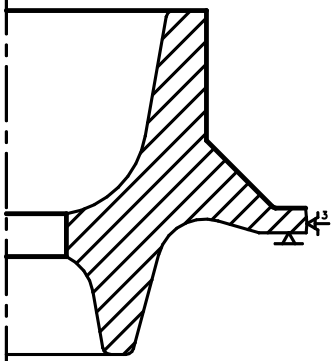
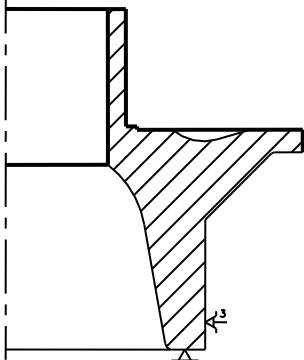
При виборі технологічних баз необхідно дотримуватися принципу постійності баз, що підвищує точність обробки і сприяє використанню одних і тих самих пристосувань і схем установки.

У опер.5, 10 готуємо бази, зрізуючи дефектний поверхневий шар заготовки після штампування і термообробки, зовнішні діаметри і торці, для чорнової і напівчистої обробки деталі (опер.25,30) в 3-х кулачковому патрі про нї.

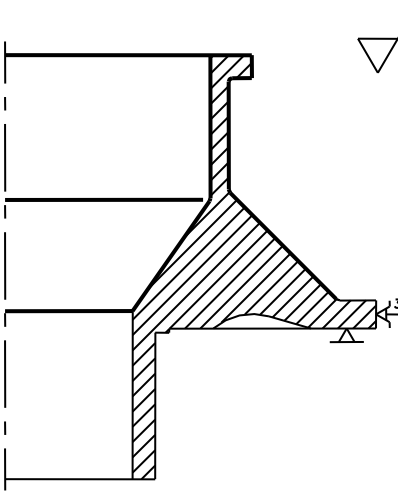
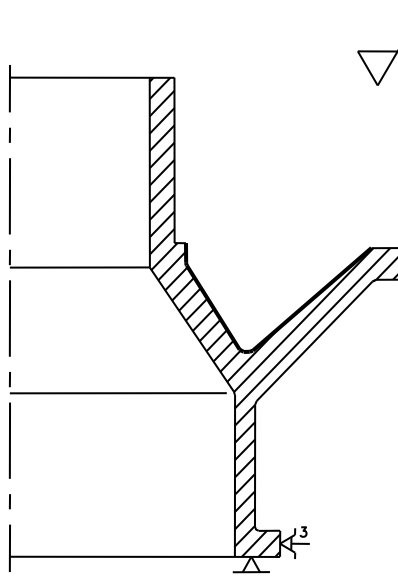
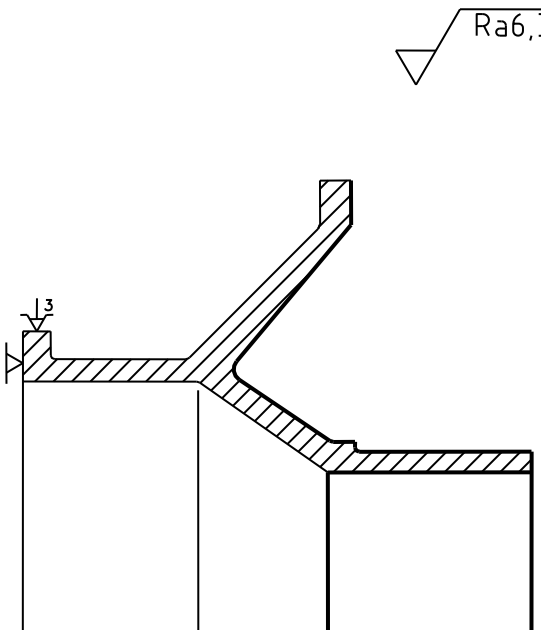
Після другої термообробки готуємо базу для чистового точіння, так як при термообробці деталь піддається викривленню і подальша механічна обробка деталі може привести до відхилення розмірів від креслення. У опер.40 деталь встановлюється в спеціальне токарне пристосування з упором в проточенний торець, centruється по внутрішньому діаметру і затискається 6-тю прихватами за фланець. У опер.50 застосовується спеціальне токарне пристосування з гідропластмасовим затискачем.

1.7 Проектування маршруту обробки деталі. Вибір металорізального обладнання

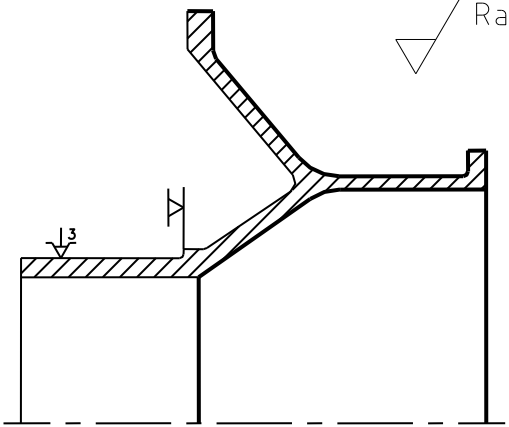
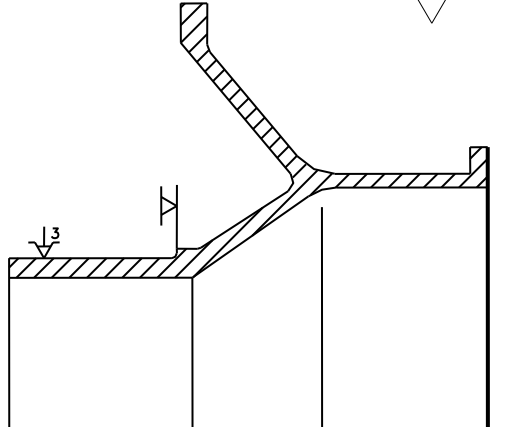
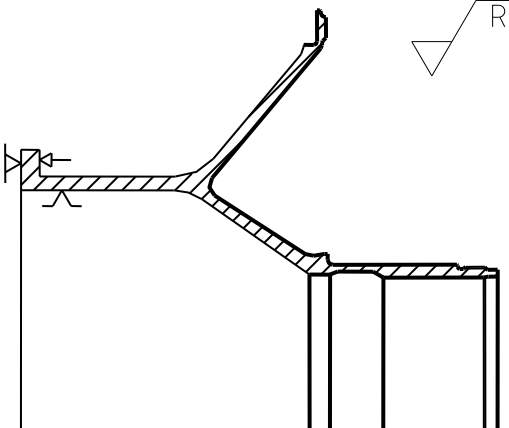
Таблиця 1.9 - Маршрут обробки деталі

Операція <u>А</u> Заготівельна Матеріал: Сталь Х12НМБФ-Ш (ЭП609Ш) Твердість НВ 255...341. Штамповка на КГШП Група контролю II	
Операція <u>Б</u> Термообробка Загартування. Відпуск.	
Операція <u>005</u> Токарна Токарно-карусельний верстат мод.1512	
Операція <u>010</u> Токарна Токарно-карусельний верстат мод.1512	

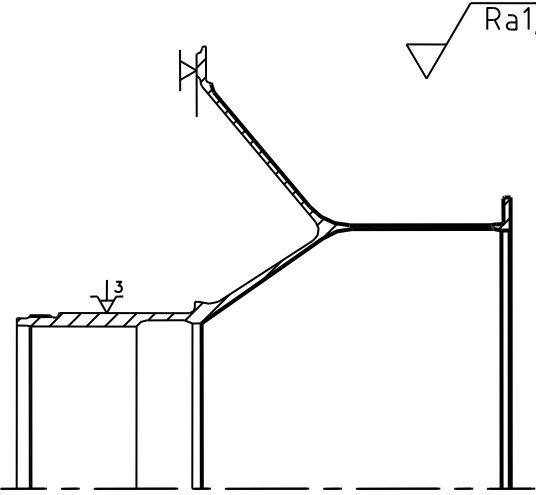
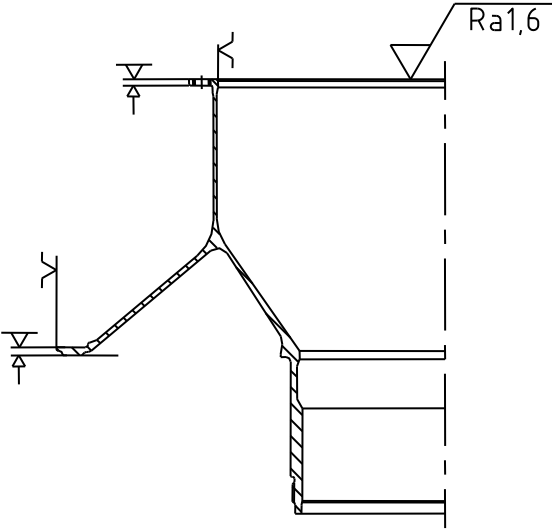
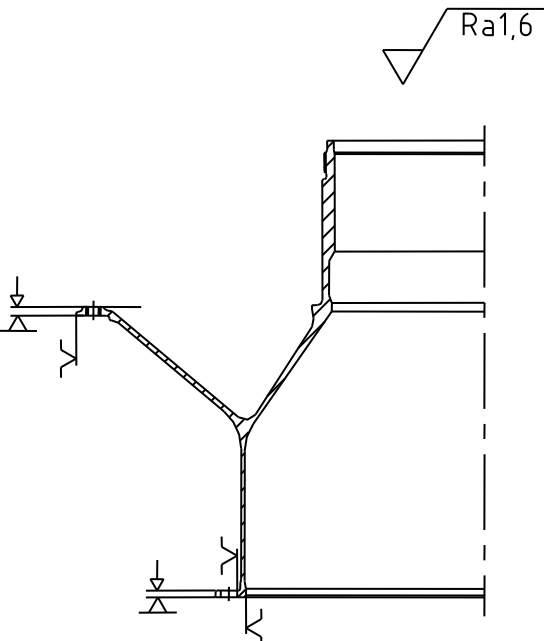
Продовження табл.1.9

Операція 015 Токарна Токарно-карусельний верстат мод.1512	
Операція 020 Токарна Токарно-карусельний верстат мод.1512	
Операція 025 Токарна з ЧПК Токарний з ЧПК мод.16K30Ф305	

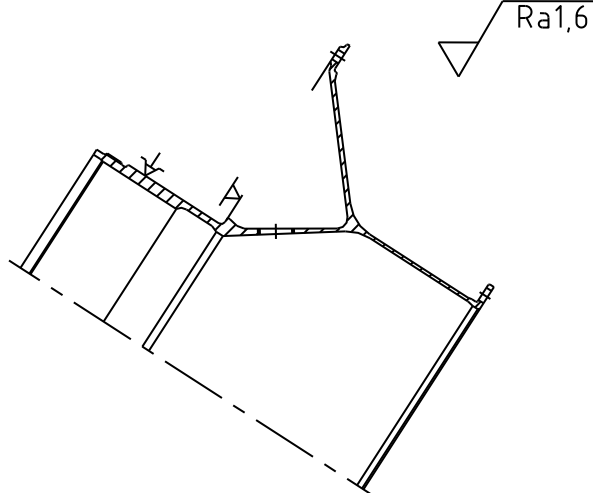
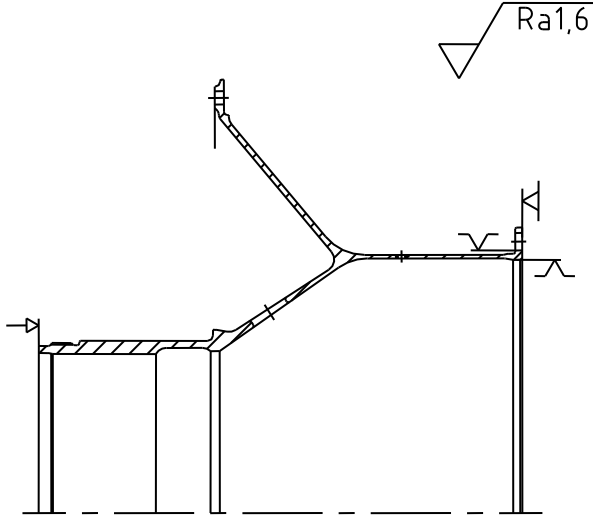
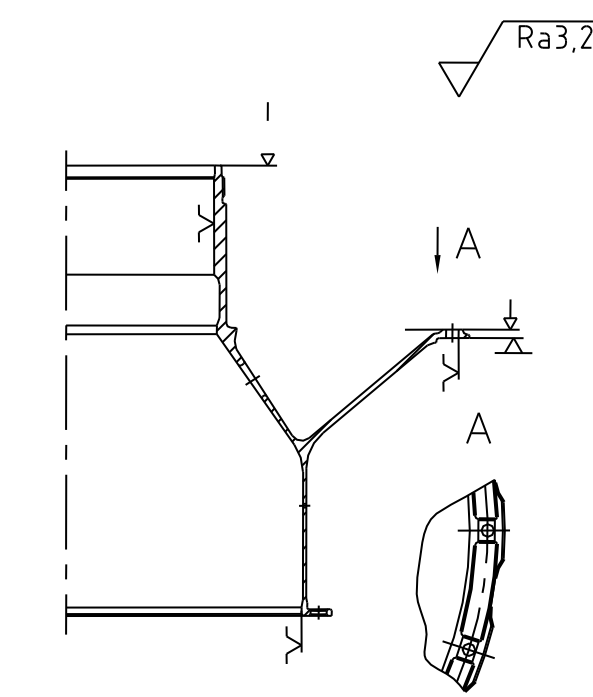
Продовження табл.1.9

Операція 030 Токарна з ЧПК Токарний 3 ЧПК мод.16K30Ф305	
Операція В Термообробка Відпуск	
Операція 035 Контрольна Контрольний стіл	
Операція 040 Токарна Токарно-гвинторізний верстат мод.1М63БФ101	
Операція 045 Токарна з ЧПК Токарний з ЧПК мод. MDW-20S	

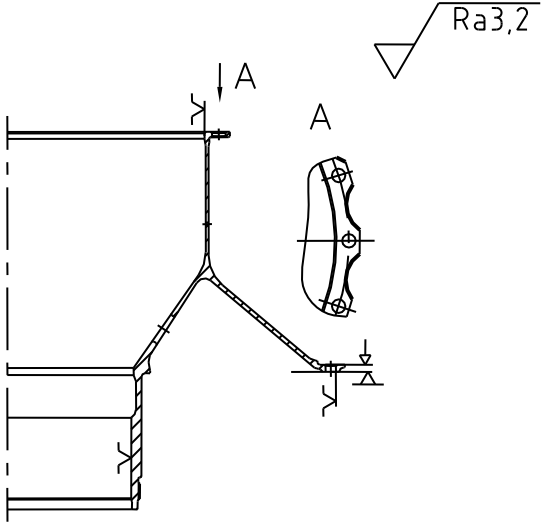
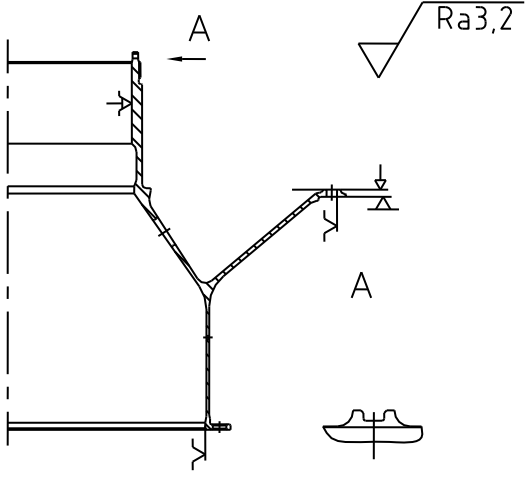
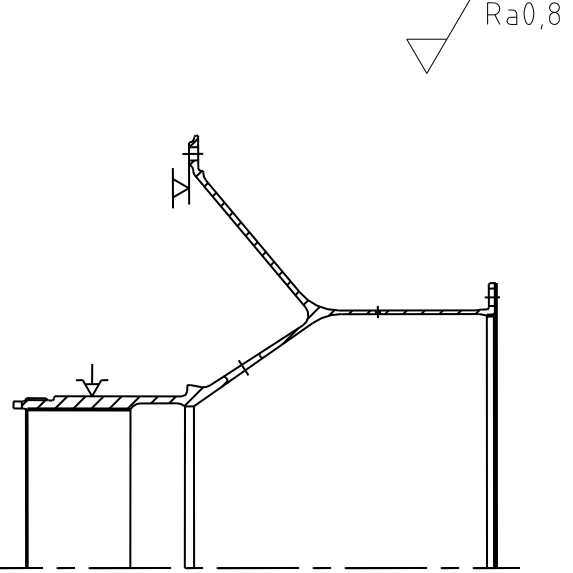
Продовження табл.1.9

Операція 050 Токарна з ЧПК Токарний з ЧПК мод. MDW-20S	
Операція 055 Свердлильна Радіально-свердлильний верстат мод. 2A55	
Операція 060 Свердлильна Радіально-свердлильний верстат мод. 2A55	

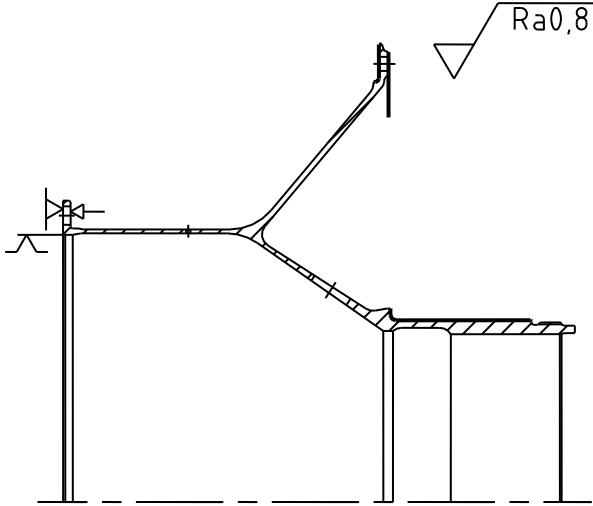
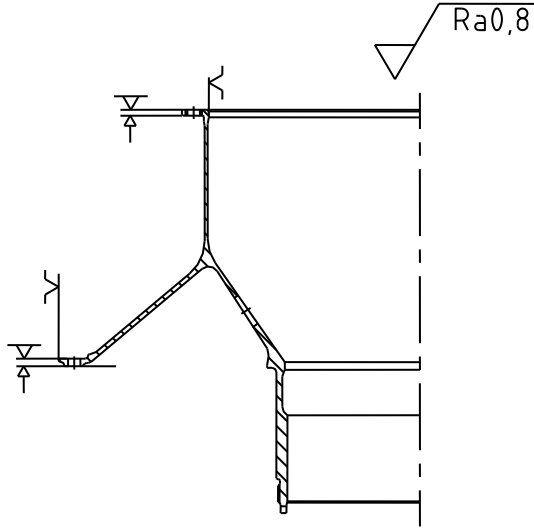
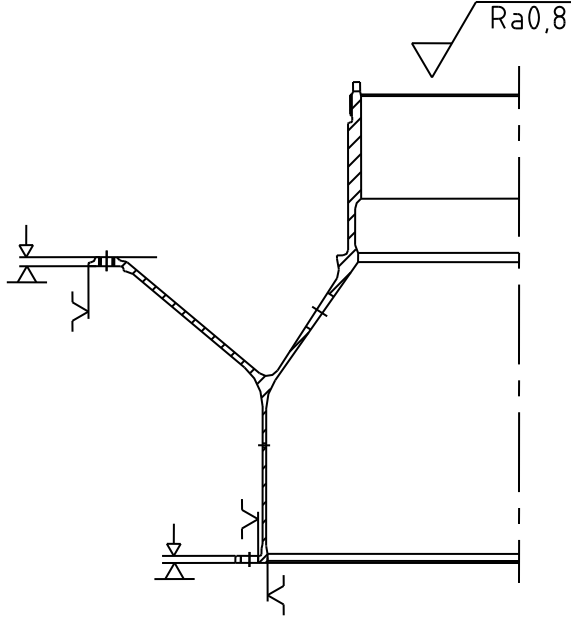
Продовження табл.1.9

Операція 065 Свердлильна Радіально-свердлильний верстат мод. 2A55	
Операція 070 Свердлильна Радіально-свердлильний верстат мод. 2A55	
Операція 075 Фрезерна з ЧПК Фрезерний з ЧПК мод. MA655A8	

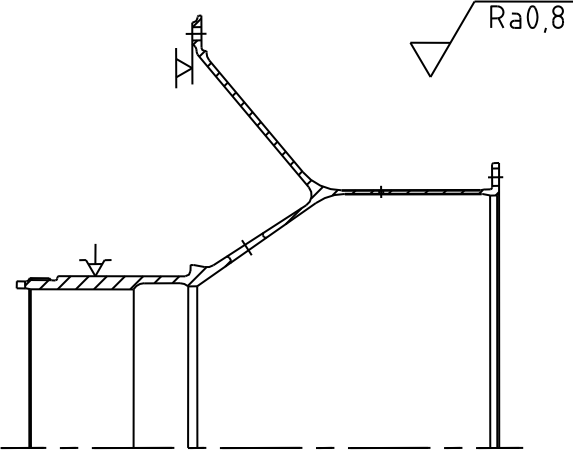
Продовження табл.1.9

Операція 080 Фрезерна з ЧПК Фрезерний з ЧПК мод. МА655А8	
Операція 085 Фрезерна з ЧПК Фрезерний з ЧПК мод. МА655А8	
Операція 090 Слюсарна Верстак слюсарний	
Операція 095 Шліфувальна Внутрішшліфувальний верстат мод. 3К229В	

Продовження табл.1.9

Операція 100 Шліфувальна Круглошліфувальний верстат мод. 3М194	
Операція 105 Сверлильна Радіально-свердлильний верстат мод. 2А55	
Операція 110 Сверлильна Радіально-свердлильний верстат мод. 2А55	

Продовження табл.1.9

Операція 115 Верстак слюсарний	Слюсарна	
Операція 120 Токарно-гвинторізний верстак мод. 1М63БФ101	Алмазне виглажування	
Операція 125 Ультразвукова установка	Промивка	
Операція 130 Установка для електрохімічного маркування	Маркування	
Операція 135 Балансировочний верстат мод. ДБ-50	Балансировка	
Операція 140 Універсальнофрезерний верстат	Фрезерна	
Операція 145 Верстак слюсарний	Слюсарна	
Операція 150 Ультразвукова установка	Промивка	
Операція 155 Контроль магнітопорошковий	Контрольна	
Операція 160 Контрольний стіл	Контрольна	
Операція 165 Хім. Пас.	Покриття	
Операція 170 Емаль КО-88 К	Покриття	
Операція 175 Контрольний стіл	Контрольна	

1.8 Розрахунок операційних припусків і технологічних розмірів

1.8.1 Визначення припусків і виконавчих технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 428p6 \left(\begin{smallmatrix} +0,17 \\ +0,13 \end{smallmatrix} \right)$.

Визначаємо нормативні і розрахункові значення елементів припуску по технологічних переходах:

1-й перехід - заготовка (штампування)

$R_{a1} = 25 \text{ мкм} \cong R_{z1} = 200 \text{ мкм}$ - висота мікронерівностей;

$h_1 = 250 \text{ мкм}$ - глибина дефектного шару по [2, табл.12, стр.186]

Просторове відхилення заготовки визначаємо як суму допустимих значень зсуву ρ_{cm} і коробління $\rho_{кор}$.

$$\rho = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (1.13)$$

де $\rho_{cm} = 0,8 \text{ мм}$ [2, табл.17, стр.186]

$\rho_{кор} = 0,5 \text{ мм}$ [2, табл.17, стр.186]

$$\rho_1 = \sqrt{0,8^2 + 0,5^2} = 0,943 \text{ мм} = 943 \text{ мкм}$$

2-й перехід - точіння чорнове

$R_{a2} = 6,3 \text{ мкм} \cong R_{z2} = 40 \text{ мкм}$;

$h_2 = 80 \text{ мкм}$ по [2, табл.4, стор.8]

$$\rho_2 = k_y \cdot \rho_1 = 0,06 \cdot 943 = 56,6 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,06$ мм - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_2 = 500 \text{ мкм}$ - похибка установки в 3-х кулачковий патрон з [2, табл.13, стор.42].

3-й перехід - точіння напівчистове

$$R_{a3} = 3,2 \text{ мкм} \cong R_{z3} = 20 \text{ мкм};$$

$$h_3 = 30 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_2 = 0,05 \cdot 56,6 = 2,83 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,05$ мм - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_3 = 500$ мкм - похибка установки в 3-х кулачковий патрон з [2, табл.13, стор.42].

4-й перехід – термообробка

$$\rho_4 = \sqrt{\rho_3^2 + \rho_{mo}^2}$$

$$\rho_{то} = \Delta k \cdot l$$

$$\Delta k = 0,1 \text{ мкм / мм по [2, табл.15, стр.186]}$$

$$l = 3 \text{ мм}$$

$$\rho_{то} = \Delta k \cdot l \quad (1.14)$$

$$\rho_4 = \sqrt{0,002^2 + 0,3^2} = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$$

5-й перехід - точіння чистове

$$R_{a5} = 1,6 \text{ мкм} \cong R_{z5} = 2,5 \text{ мкм};$$

$$h_5 = 20 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 300 = 12 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,04$ мм - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_5 = 90$ мкм - похибка установки в пристосування з зажимами по [2, табл.14, стор.43].

6-й перехід - точіння тонке

$$R_{a6} = 0,8 \text{ мкм} \cong R_{z6} = 1,25 \text{ мкм};$$

$$h_6 = 10 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 12 = 0,12 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,04 \text{ мм}$ - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_6 = 90 \text{ мкм}$ - похибка установки в пристосування з зажимами по [2, табл.14, стор.43].

7-й перехід - шліфування чистове

$$R_{a7} = 0,8 \text{ мкм} \cong R_{z7} = 1,25 \text{ мкм};$$

$$h_7 = 5 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_4 = 0,48 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,04 \text{ мм}$ - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_7 = 90 \text{ мкм}$ - похибка установки в пристосування з зажимами по [2, табл.14, стор.43].

Призначаємо допуски по технологічних переходах відповідно до ППТК раніше розробленого МОН

$$T d_3 = T d_1 = 6,5 \text{ мм}$$

$$T d_2 = 0,97 \text{ мм}$$

$$T d_3 = 0,4 \text{ мм}$$

$$T d_4 = TO$$

$$T d_5 = 0,155 \text{ мм}$$

$$T d_6 = 0,063 \text{ мм}$$

$$T d_6 = 0,04 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальний розрахунковий припуск

$$2Z_{i \min} = 2 (h_{i-1} + Rz_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ Мкм}; \quad (1.15)$$

$$2Z_{2 \min} = 2(250 + 200 + \sqrt{943^2 + 500^2}) = 3034,7 \text{ мкм} = 3,03 \text{ мм}$$

$$2Z_{3 \min} = 2(80 + 40 + \sqrt{56,6^2 + 500^2}) = 1246,4 \text{ мкм} = 1,246 \text{ мм}$$

$$2Z_{5 \min} = 2(30 + 20 + \sqrt{300^2 + 90^2}) = 726,4 \text{ мкм} = 0,726 \text{ мм}$$

$$2Z_{6 \min} = 2(20 + 1,25 + \sqrt{12^2 + 90^2}) = 224,1 \text{ мкм} = 0,224 \text{ мм}$$

$$2Z_{7 \min} = 2(10 + 1,25 + \sqrt{0,48^2 + 90^2}) = 202,5 \text{ мкм} = 0,202 \text{ мм}$$

Визначаємо розрахунковий мінімальний розмір за технологічними переходам починаючи з останнього:

$$d_{i \min} = d_{i+1 \min} + 2z_{i+1 \min}$$

$$d_{7 \min} = d_{7 \text{контр.}} + eid_7$$

$$d_{7 \min} = 428 + 0,13 = 428,13 \text{ мм}$$

$$d_{6 \min} = 428,13 + 0,202 = 428,332 \text{ мм}$$

$$d_{5 \min} = 428,332 + 0,224 = 428,556 \text{ мм}$$

$$d_{3 \min} = 428,556 + 0,726 = 429,282 \text{ мм}$$

$$d_{2 \min} = 429,282 + 1,246 = 430,528 \text{ мм}$$

$$d_{1 \min} = 430,528 + 3,03 = 433,558 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні розрахункові розміри по переходах:

$$d_{i \max} = d_{i \min} + Td_i$$

$$d_{7 \max} = 428,13 + 0,04 = 428,17 \text{ мм}$$

$$d_{6\max} = 428,332 + 0,063 = 428,395\text{мм}$$

$$d_{5\max} = 428,556 + 0,155 = 428,711\text{мм}$$

$$d_{3\max} = 429,282 + 0,4 = 429,682\text{мм}$$

$$d_{2\max} = 430,528 + 0,97 = 431,498\text{мм}$$

$$d_{1\max} = 433,558 + 6,5 = 440,058\text{мм}$$

Розраховуємо максимальні значення припусків по технологічним переходам:

$$2z_{i\max} = d_{i-1\max} - d_{i\max}$$

$$2z_{2\max} = 440,058 - 431,498 = 8,56\text{мм}$$

$$2z_{3\max} = 431,498 - 429,682 = 1,816\text{мм}$$

$$2z_{5\max} = 429,682 - 428,711 = 0,971\text{мм}$$

$$2z_{6\max} = 428,711 - 428,395 = 0,316\text{мм}$$

$$2z_{7\max} = 428,395 - 428,17 = 0,225\text{мм}$$

Перевіряємо розрахунки, використовуючи рівність:

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_3 - Td_{\text{Д}}$$

$$11,888 - 5,428 = 6,5 - 0,04$$

$$6,46 = 6,46$$

Визначаємо виконавчі і граничні розміри по переходах:

$$d_1'' = d_{1\max} - esd_1 = 440,058 - 4,0 = 436,058\text{мм}$$

$$d_{1\min} - eid_1 = 433,558 + 2,5 = 436,058\text{мм}$$

Виконавчий розмір заготовки $436_{-2,5}^{+4,0}\text{мм}$

Виконавчі розміри на проміжні переходи для зовнішньої поверхні проставляємо в системі вала.

$$d_2^H = d_{2\max} = 431,49 \text{ мм}$$

виконавчий $431,49_{-0,97} \text{ мм}$

$$d_3^H = d_{3\max} = 429,68 \text{ мм}$$

виконавчий $429,68_{-0,4} \text{ мм}$

$$d_5^H = d_{5\max} = 428,71 \text{ мм}$$

виконавчий $428,71_{-0,155} \text{ мм}$

$$d_6^H = d_{6\max} = 428,395 \text{ мм}$$

виконавчий $428,395_{-0,063} \text{ мм}$

$$d_7^H = d_{7\max} = 428,17 \text{ мм}$$

виконавчий $428,17_{-0,04} \text{ мм}$

Отримані значення заносимо в таблицю 1.10.

1.8.2 Визначення припусків і виконавчих технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом для внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 250\text{H}6^{(+0,027)}$.

Визначаємо нормативні і розрахункові значення елементів припуску по технологічних переходах:

1-й перехід - заготівля (штампування)

$R_{a1} = 25 \text{ мкм} \cong R_{z1} = 200 \text{ мкм}$ - висота мікронерівностей;

$h_1 = 250 \text{ мкм}$ - глибина дефектного шару по [2, табл.12, стр.186]

Просторове відхилення заготовки визначаємо як суму двох допустимих значень зсуву $\rho_{\text{см}}$ і коробління $\rho_{\text{кор}}$.

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}$$

де $\rho_{\text{см}} = 0,8 \text{ мм}$ [2, табл.17, стр.186]

$\rho_{\text{кор}} = 0,5 \text{ мм}$ [2, табл.17, стр.186]

$$\rho_1 = \sqrt{0,8^2 + 0,5^2} = 0,943 \text{ мм} = 943 \text{ мкм}$$

2-й перехід - розточування чорнове

$$R_{a2} = 6,3 \text{ мкм} \cong R_{z2} = 40 \text{ мкм};$$

$$h_2 = 80 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_2 = k_y \cdot \rho_1 = 0,06 \cdot 943 = 56,6 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,06 \text{ мм}$ - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_2 = 500 \text{ мкм}$ - похибка установки в 3-х кулачковий патрон з [2, табл.13, стор.42].

3-й перехід - розточування напівчистове

$$R_{a3} = 1,6 \text{ мкм} \cong R_{z3} = 2,5 \text{ мкм};$$

$$h_3 = 30 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_2 = 0,05 \cdot 56,6 = 2,83 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,05 \text{ мм}$ - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_3 = 500 \text{ мкм}$ - похибка установки в 3-х кулачковий патрон з [2, табл.13, стор.42].

4-й перехід – термообробка

$$\rho_4 = \sqrt{\rho_3^2 + \rho_{mo}^2}$$

$$\rho_{то} = \Delta k \cdot l$$

$$\Delta_k = 0,1 \text{ мкм / мм по [2, табл.15, стр.186]}$$

$$l = 3 \text{ мм}$$

$$\rho_{\text{то}} = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ мм}$$

$$\rho_4 = \sqrt{0,002^2 + 0,3^2} = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$$

5-й перехід - розточування чистове

$$R_{a5} = 0,8 \text{ мкм} \cong R_{z5} = 1,25 \text{ мкм};$$

$$h_5 = 20 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 300 = 12 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,04$ мм - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_5 = 90$ мкм - похибка установки в пристосування з зажимами по [2, табл.14, стор.43].

6-й перехід - розточування тонке

$$R_{a6} = 0,8 \text{ мкм} \cong R_{z6} = 1,25 \text{ мкм};$$

$$h_6 = 10 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 12 = 0,12 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,04$ мм - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок [2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_6 = 90$ мкм - похибка установки в пристосування з зажимами по [2, табл.14, стор.43].

7-й перехід - шліфування чистове

$$R_{a7} = 0,8 \text{ мкм} \cong R_{z7} = 1,25 \text{ мкм};$$

$$h_7 = 5 \text{ мкм по [2, табл.4, стор.8]}$$

$$\rho_3 = k_y \cdot \rho_4 = 0,48 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ мкм}$$

де $k_y = 0,04$ мм - коефіцієнт уточнення для штампованих заготовок

[2, табл.29, стор.190]

$\varepsilon_7 = 90$ мкм - похибка установки в пристосування з зажимами по [2, табл.14, стор.43].

Призначаємо допуски по технологічних переходах відповідно до ППТК раніше розробленого МОН

$$T d_3 = T d_1 = 5.5 \text{ мм}$$

$$T d_2 = 0.72 \text{ мм}$$

$$T d_3 = 0,29 \text{ мм}$$

$$T d_4 = TO$$

$$T d_5 = 0,115 \text{ мм}$$

$$T d_6 = 0,046 \text{ мм}$$

$$T d_7 = 0,027 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальний розрахунковий припуск

$$2Z_{i \min} = 2(h_{i-1} + Rz_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{мкм};$$

$$2Z_{2 \min} = 2(250 + 200 + \sqrt{943^2 + 500^2}) = 3034,7 \text{ мкм} = 3,034 \text{ мм}$$

$$2Z_{3 \min} = 2(80 + 40 + \sqrt{56,6^2 + 500^2}) = 1246,4 \text{ мкм} = 1,246 \text{ мм}$$

$$2Z_{5 \min} = 2(30 + 20 + \sqrt{300^2 + 90^2}) = 726,4 \text{ мкм} = 0,726 \text{ мм}$$

$$2Z_{6 \min} = 2(20 + 1,25 + \sqrt{12^2 + 90^2}) = 224,1 \text{ мкм} = 0,224 \text{ мм}$$

$$2Z_{7 \min} = 2(10 + 1,25 + \sqrt{0,48^2 + 90^2}) = 202,5 \text{ мкм} = 0,202 \text{ мм}$$

Визначаємо розрахунковий максимальний розмір за технологічними переходам починаючи з останнього:

$$d_{i \max} = d_{i+1 \max} - 2z_{i+1 \min}$$

$$d_{7 \max} = d_{7 \text{контр.}} + esd_7$$

$$d_{7\max} = 250 + 0,027 = 250,027\text{ мм}$$

$$d_{6\max} = 250,027 - 0,202 = 249,825\text{ мм}$$

$$d_{5\max} = 249,825 - 0,224 = 249,601\text{ мм}$$

$$d_{3\max} = 249,601 - 0,726 = 248,875\text{ мм}$$

$$d_{2\max} = 248,875 - 1,246 = 247,629\text{ мм}$$

$$d_{1\max} = 247,629 - 3,03 = 244,595\text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розрахункові розміри по переходах:

$$d_{i\min} = d_{i\max} - Td_i$$

$$d_{7\min} = 250,027 - 0,027 = 250\text{ мм}$$

$$d_{6\min} = 249,825 - 0,046 = 249,779\text{ мм}$$

$$d_{5\min} = 249,601 - 0,115 = 249,486\text{ мм}$$

$$d_{3\min} = 248,875 - 0,29 = 248,585\text{ мм}$$

$$d_{2\min} = 247,629 - 0,72 = 246,909\text{ мм}$$

$$d_{1\min} = 244,595 - 5,5 = 239,095\text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні значення припусків:

$$2z_{2\max} = d_{2\min} - d_{1\min}$$

$$2z_{2\max} = 246,909 - 239,095 = 7,814\text{ мм}$$

$$2z_{3\max} = 248,585 - 246,909 = 1,676\text{ мм}$$

$$2z_{5\max} = 249,486 - 248,585 = 0,901\text{ мм}$$

$$2z_{6\max} = 249,779 - 249,486 = 0,293\text{ мм}$$

$$2z_{7\max} = 250 - 249,779 = 0,221\text{ мм}$$

Перевіряємо розрахунки, використовуючи рівність:

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_3 - Td_d$$

$$10,905 - 5,428 = 5,5 - 0,027$$

$$5,47 = 5,47$$

Визначаємо виконавчі і граничні розміри по переходам:

$$d_1^H = d_{1\max} - esd_1 = 244,595 - 2,0 = 242,595 \text{ мм}$$

$$d_{1\min} - eid_1 = 239,095 + 3,5 = 242,595 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір заготовки:

$$242,6^{+2,0}_{-3,5} \text{ мм}$$

$$d_2^H = d_{2\min} = 246,9 \text{ мм}$$

$$\text{виконавчий } 246,9^{+0,72} \text{ мм}$$

$$d_3^H = d_{3\min} = 248,58 \text{ мм}$$

$$\text{виконавчий } 248,58^{+0,29} \text{ мм}$$

$$d_5^H = d_{5\min} = 249,48 \text{ мм}$$

$$\text{виконавчий } 249,48^{+0,115} \text{ мм}$$

$$d_6^H = d_{6\min} = 249,779 \text{ мм}$$

$$\text{виконавчий } 249,779^{+0,046} \text{ мм}$$

$$d_7^H = d_{7\min} = 250 \text{ мм}$$

$$\text{виконавчий } 250^{+0,027} \text{ мм}$$

Отримані значення заносимо в таблицю 1.10.

Таблиця 1.10 - Розрахунок припусків і технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом

Характер поверхні	i	Назва технологічних переходів (операції)	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий		Допуск, Т _d , мм	Граничні значення				Виконавчий розмір, мм
			R _z	h	ρ	ε	Припуск 2Z _{min} , мкм	Розмір,dmin,мм		розмірів		припусків		
										d _{max}	d _{min}	2 Z _{max}	2 Z _{min}	
Зовнішня циліндрична поверхнюØ 428	1	Заготівельна	200	250	943	-	-	433,558	6,5	440,058	433,558	-	-	436 ^{+4,0} _{-2,5}
	2	Точіння черове	40	80	56,6	500	3,03	430,528	0,97	431,498	430, 528	8,56	3,03	431,49 _{-0,97}
	3	точіння получистове	20	30	2,83	500	1,246	429,282	0,4	429,682	429,282	1,816	1,246	429,68 _{-0,4}
	4	Термообробка	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Точіння чистове	2,5	20	12	90	0,726	428,556	0,155	428,71 1	428,556	0,971	0,726	428,71 _{-0,155}
	6	Точіння тонке	1,25	10	0,48	90	0,224	428,556	0,063	428,395	428,556	0,316	0,224	Ø 428,39 _{-0,063}
	7	Шліфування	1,25	5	0,01	90	0,202	428,332	0,04	428,17	428,332	0,225	0,202	428 _{-0,04}
Внутрішня циліндрична поверхнюØ 250 ^{+0,027}	1	Заготівельна	200	250	943	-	-	239,095	5,5	244,595	239,095	-	-	242,6 ^{+2,0} _{-3,5}
	2	Розточування чернове	40	80	56,6	500	3,034	246,909	0,72	247,629	246,909	7,814	3,03	246,9 ^{+0,72}
	3	Розточування получистове	20	30	2,83	500	1,246	248,585	0,29	248,875	248,585	1,676	1,246	248,58 ^{+0,29}
	4	Термообробка	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Розточування чистове	2,5	20	12	90	0,726	249,486	0,115	249,601	249,486	0,901	0,726	249,48 ^{+0,115}
	6	Розточування тонке	1,25	10	0,48	90	0,224	249,779	0,046	249,825	249,779	0,293	0,224	249,79 ^{+0,046}
	7	Шліфування	1,25	5	0,01	90	0,202	250	0,027	250,027	250	0,221	0,202	250 ^{+0,1027}

1.8.3 Визначення припусків і виконавчих технологічних розмірів для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 282_{-0,34}$ табличним методом

Вибираємо значення мінімальних припусків по переходах [3] і заносимо в таблицю 1.11.

Таблиця 1.11 - Розрахунок припусків і технологічних розмірів табличним методом

Характер поверхні	№ перехода	МОП	Табличне значення		Td	Граничне значення розмірів, мм		Граничне значення припусків, мм		Виконавчий розмір, мм
			прип. 2Zmin	dmin		max	min	max	min	
$\varnothing 282_{-0,34}$ зовнішня циліндрична	1	Заготівка	-	281,66	6,0	292,81	281,66	-	-	$288,8^{+4,0}_{-2,0}$
	2	Точіння чернове	3,2	282,01	0,81	284,42	282,01	8,39	3,2	$284,4_{-0,81}$
	3	Точіння получистове	1,6	283,61	0,34	282,35	283,61	2,07	1,6	$282,35_{-0,34}$
	4	Термообробка	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Точіння чистове	0,35	286,81	0,34	282	286,81	0,35	0,35	$282_{-0,34}$

Визначаємо розрахунковий мінімальний розмір за технологічним переходам починаючи з останнього:

$$d_{i\min} = d_{i+1\min} + 2z_{i+1\min}$$

$$d_{5\min} = d_{5\text{коп.}} + eid_5$$

$$d_{5\min} = 282 - 0,34 = 281,66\text{мм}$$

$$d_{3\min} = 281,66 + 0,35 = 282,01\text{мм}$$

$$d_{2\min} = 282,01 + 1,6 = 283,61\text{мм}$$

$$d_{1\min} = 283,61 + 3,2 = 286,81\text{мм}$$

Розраховуємо максимальні розрахункові розміри по переходах:

$$d_{i\max} = d_{i\min} + Td_i$$

$$d_{5\max} = 281,66 + 0,34 = 282\text{ мм}$$

$$d_{3\max} = 282,01 + 0,34 = 282,35\text{ мм}$$

$$d_{2\max} = 283,61 + 0,81 = 284,42\text{ мм}$$

$$d_{1\max} = 286,81 + 6 = 292,81\text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні значення припусків по технологічним переходам:

$$2z_{i\max} = d_{i-1\max} - d_{i\max}$$

$$2z_{2\max} = 292,81 - 284,42 = 8,39\text{ мм}$$

$$2z_{3\max} = 284,42 - 282,35 = 2,07\text{ мм}$$

$$2z_{5\max} = 282,35 - 282 = 0,35\text{ мм}$$

Перевіряємо розрахунки, використовуючи рівність:

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_3 - Td_{\text{Д}}$$

$$10,81 - 5,15 = 6 - 0,34$$

$$5,66 = 5,66$$

Визначаємо виконавчі і граничні розміри по переходах:

$$d_1'' = d_{1\max} - esd_1 = 292,81 - 4,0 = 288,81\text{ мм}$$

$$d_{1\min} - eid_1 = 286,81 + 2,0 = 288,81\text{ мм}$$

Виконавчий розмір заготовки: $288,8^{+4,0}_{-2,0}\text{ мм}$

Виконавчі розміри на проміжні переходи для зовнішньої поверхні проставляємо в системі вала.

$$d_2'' = d_{2\max} = 284,4\text{ мм}$$

виконавчий $\emptyset 284,4_{-0,81} \text{ мм}$

$$d_3^H = d_{3\max} = 282,35 \text{ мм}$$

виконавчий $\emptyset 282,35_{-0,34} \text{ мм}$

$$d_5^H = d_{5\max} = 282,0 \text{ мм}$$

виконавчий $\emptyset 282_{-0,34} \text{ мм}$

Отримані значення заносимо в таблицю 1.11

1.8.4 Визначення припусків і виконавчих технологічних розмірів для внутрішньої циліндричної поверхні $\emptyset 157^{+0,04}$ табличним методом

Вибираємо значення мінімальних припусків по переходах [3] і заносимо в таблицю 1.12

Таблиця 1.12 - Розрахунок припусків і технологічних розмірів табличним методом

Характер поверхні	№ перехода	МОП	Табличне значення		Td	Граничне значення розмірів, мм		Граничне значення припуску, мм		Виконавчий розмір, мм
			прип. 2Zmin	dmin		max	min	max	min	
Характер поверхні $\emptyset 157^{+0,04}$ внутрішня циліндрична	1	Заготівка	-	147,54	5,0	152,54	147,54	-	-	$\emptyset 151^{+1,5}_{-3,5}$
	2	Розточування чорнове	2,7	154,61	0,63	155,24	154,61	7,07	2,7	$\emptyset 154,6^{+0,63}$
	3	Розточування получистове	1,3	156,29	0,25	156,54	156,29	1,68	1,3	$\emptyset 156,29^{+0,25}$
	4	Термообробка	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Розточування чистове	0,3	156,74	0,1	156,84	156,74	0,45	0,3	$\emptyset 156,74^{+0,1}$
	6	Шліфувальне чистове	0,2	157,0	0,04	157,04	157,0	0,26	0,2	$\emptyset 157^{+0,04}$

Визначаємо розрахунковий максимальний розмір за технологічними переходам починаючи з останнього:

$$d_{i \max} = d_{i+1 \max} - 2z_{i+1 \min}$$

$$d_{6 \max} = d_{6 \text{комп.}} + esd_6$$

$$d_{6 \max} = 157 + 0,04 = 157,04 \text{ мм}$$

$$d_{5 \max} = 157,04 - 0,2 = 156,84 \text{ мм}$$

$$d_{3 \max} = 156,84 - 0,3 = 156,54 \text{ мм}$$

$$d_{2 \max} = 156,54 - 1,3 = 155,24 \text{ мм}$$

$$d_{1 \max} = 155,24 - 2,7 = 152,54 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розрахункові розміри по переходах:

$$d_{i \min} = d_{i \max} - Td_i$$

$$d_{6 \min} = 157,04 - 0,04 = 157,0 \text{ мм}$$

$$d_{5 \min} = 156,84 - 0,1 = 156,74 \text{ мм}$$

$$d_{3 \min} = 156,54 - 0,25 = 156,29 \text{ мм}$$

$$d_{2 \min} = 155,24 - 0,63 = 154,61 \text{ мм}$$

$$d_{1 \min} = 152,54 - 5,0 = 147,54 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні значення припусків:

$$2z_{2 \max} = d_{2 \min} - d_{1 \min}$$

$$2z_{2 \max} = 154,61 - 147,54 = 7,07 \text{ мм}$$

$$2z_{3 \max} = 156,29 - 154,61 = 1,68 \text{ мм}$$

$$2z_{5 \max} = 156,74 - 156,29 = 0,45 \text{ мм}$$

$$2z_{6 \max} = 157 - 156,74 = 0,26 \text{ мм}$$

Перевіряємо розрахунки, використовуючи рівність:

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_3 - Td_{\text{Д}}$$

$$9,46 - 4,5 = 5 - 0,04$$

$$4,96 = 4,96$$

Визначаємо виконавчі і граничні розміри по переходам:

$$d_1^H = d_{1\max} - esd_1 = 152,54 - 1,5 = 151,04 \text{ мм}$$

$$d_{1\min} - eid_1 = 147,54 + 3,5 = 151,04 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір заготовки $151_{-3,5}^{+1,5} \text{ мм}$

$$d_3^H = d_{3\min} = 156,29 \text{ мм}$$

виконавчий $156,29_{-3,5}^{+0,25} \text{ мм}$

$$d_5^H = d_{5\min} = 156,74 \text{ мм}$$

виконавчий $156,74_{-3,5}^{+0,1} \text{ мм}$

$$d_6^H = d_{6\min} = 157 \text{ мм}$$

виконавчий $157_{-3,5}^{+0,04} \text{ мм}$

Отримані значення заносимо в таблицю 1.12

1.8.5 Визначення припусків і виконавчих технологічних розмірів для внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 400_{-0,36}^{+0,36}$ табличним методом

Вибираємо значення мінімальних припусків по переходах [3] і заносимо в таблицю 1.13.

Таблиця 1.13 - Розрахунок припусків і технологічних розмірів табличним методом

Характер поверхні	№ переходу	МОП	Табличне значення		Td	Граничне значення розмірів, мм		Граничне значення припуску, мм		Виконавчий розмір, мм
			прип. 2Zmin	dmin		max	min	max	min	
Ø157 ^{+0,04} внутрішня циліндрична	1	Заготівка	-	389,61	5,0	394,61	389,61	-	-	394,6 ⁺⁰ ₋₅
	2	Розточування чернове	3,6	397,32	0,89	398,21	397,32	7,71	3,6	397,32 ^{+0,89}
	3	Розточування получистове	1,8	399,65	0,36	400,01	399,65	2,33	1,8	399,65 ^{+0,36}
	4	Термообробка	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Розточування чистове	0,35	400,0	0,36	400,36	400,0	0,35	0,35	400 ^{+0,36}

Визначаємо розрахунковий максимальний розмір за технологічними переходам починаючи з останнього:

$$d_{i \max} = d_{i+1 \max} - 2z_{i+1 \min}$$

$$d_{5 \max} = d_{5 \text{коп.}} + esd_5$$

$$d_{5 \max} = 400 + 0,36 = 400,36 \text{ мм}$$

$$d_{3 \max} = 400,36 - 0,35 = 400,01 \text{ мм}$$

$$d_{2 \max} = 400,01 - 1,8 = 398,21 \text{ мм}$$

$$d_{1 \max} = 398,21 - 3,6 = 394,61 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розрахункові розміри по переходах:

$$d_{i \min} = d_{i \max} - Td_i$$

$$d_{5 \min} = 400,36 - 0,36 = 400 \text{ мм}$$

$$d_{3 \min} = 400,01 - 0,36 = 399,65 \text{ мм}$$

$$d_{2 \min} = 398,21 - 0,89 = 397,32 \text{ мм}$$

$$d_{1\min} = 394,61 - 5,0 = 389,61 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні значення припусків:

$$2z_{2\max} = d_{2\min} - d_{1\min}$$

$$2z_{2\max} = 397,32 - 389,61 = 7,71 \text{ мм}$$

$$2z_{3\max} = 399,65 - 397,32 = 2,33 \text{ мм}$$

$$2z_{5\max} = 400 - 399,65 = 0,35 \text{ мм}$$

Перевіряємо розрахунки, використовуючи рівність:

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_3 - Td_{\text{Д}}$$

$$10,39 - 5,75 = 5,0 - 0,36$$

$$4,64 = 4,64$$

Визначаємо виконавчі і граничні розміри по переходам:

$$d_1^H = d_{1\max} - esd_1 = 394,61 - 0 = 394,61 \text{ мм}$$

$$d_{1\min} - eid_1 = 389,61 + 5 = 394,6 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір заготовки: $394,6^{+0}_{-5} \text{ мм}$

$$d_2^H = d_{2\min} = 397,32 \text{ мм}$$

виконавчий $397,32^{+0,89} \text{ мм}$

$$d_3^H = d_{3\min} = 399,65 \text{ мм}$$

виконавчий $399,65^{+0,36} \text{ мм}$

$$d_5^H = d_{5\min} = 400 \text{ мм}$$

виконавчий $400^{+0,36} \text{ мм}$

Отримані значення заносимо в таблицю 1.13

1.9 Визначення режимів різання

1.9.1 Операція №005 – Токарна

Верстат токарний 1512

Паспортні дані верстата:

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм

діаметр	1250
---------	------

висота	1000
--------	------

маса, кг	4000
----------	------

Діаметр планшайби, мм	1120
-----------------------	------

Частота обертання планшайби, хв ¹	5-250
--	-------

Найбільше переміщення супорта, мм

горизонтальне	775
---------------	-----

вертикальне	700
-------------	-----

Подача супорта, мм/об	0,05-1,8
-----------------------	----------

Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	30
--	----

Габаритні розміри, мм

довжина	2875
---------	------

ширина	2660
--------	------

висота	4100
--------	------

Маса, кг	16500
----------	-------

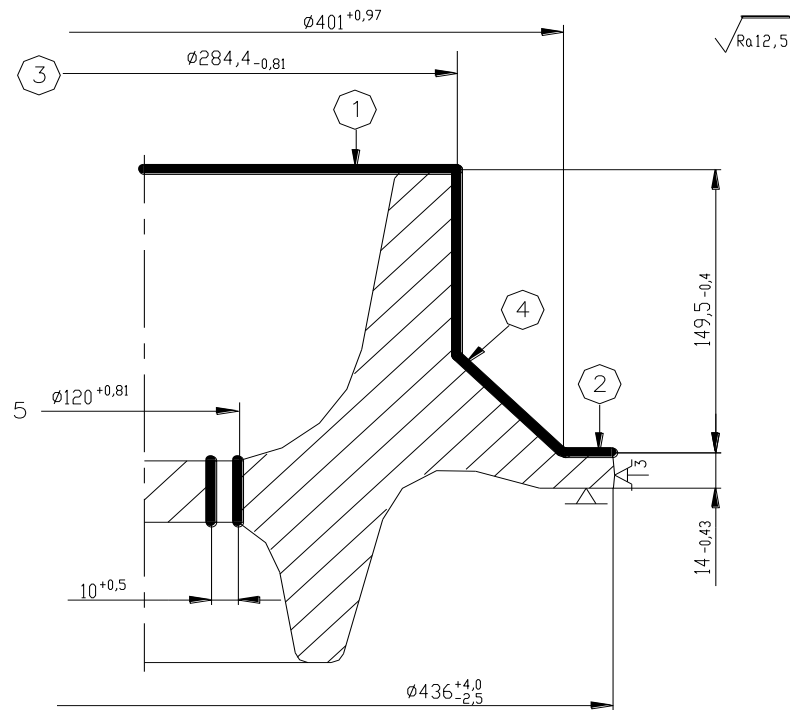


Рисунок 1.2 - Операційний ескіз до операції №005

1-й перехід - підрізати торець 1

Різець підрізної Т15К6 R 1 по ГОСТ 18880-73

Глибина різання: $t = 4,5$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{pez} + y \quad (1.16)$$

$$L_{pez} = 23,1 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 2 = 3 \text{ мм [5, стор.300]}$$

$$L_{px} = 23,1 + 3 = 26,1 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0} \quad (1.17)$$

де $S_{0T} = 0,55$ мм / об [4, табл.26, стор.237]

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{SI} \cdot K_{SK} \cdot K_{SH} \cdot K_{SF} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3} \quad (1.18)$$

де $K_{SI} = 0,8$ - коефіцієнт враховує стан обробленої поверхні;

$K_{SK} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{SI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{SF} = 1,0$ - коефіцієнт враховує форму оброблюваної поверхні;

$K_{SM} = 0,9$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу.

$K_{S3} = 0,8$ - коефіцієнт враховує вплив загартування.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.30, стр.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,576$$

$$S_0 = 0,55 \cdot 0,576 = 0,32 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,3 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v \quad (1.19)$$

де $v_T = 45 \text{ м / хв}$ [4, табл.39, стор.245]

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{VM} \cdot K_{VI} \cdot K_{VF} \cdot K_{VK} \cdot K_{VT} \cdot K_{V0} \cdot K_{VI} \quad (1.20)$$

де $K_{VM} = 1,0$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{VI} = 1,9$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{VF} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вплив кута в плані;

$K_{V0} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вплив МОР;

$K_{VT} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вид обробки;

$K_{VK} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{v\Pi} = 0,75$ - коефіцієнт враховує стан оброблюваної поверхні.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.43, стор.247].

$$K_v = 1,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 1,425$$

$$v = 45 \cdot 1,425 = 64,12 \text{ м / мин}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 64,12}{3,14 \cdot 288,8} = 70,7 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 70 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 288,8 \cdot 70}{1000} = 63,5 \text{ м / мин}$$

Розраховуємо машинний час:

$$t_{M1} = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n} = \frac{26,1}{0,3 \cdot 70} = 2,07 \text{ мин}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.21)$$

Коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_p -поправочний коефіцієнт що враховує вплив

якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 4,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 63,5^0 \cdot 1,42 = 5284,1H$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5284,1 \cdot 63,5}{1020 \cdot 60} = 5,48 \leq 30кВт$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

2-й перехід - розточити поверхню 5

Різець відрізний Т15К6 $b = 10$ мм $\varphi = 90^\circ$ по ГОСТ 18884-73

Глибина різання: $t = 10$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{рез} = 34 \text{ мм}$$

$$y = 3 + 2 = 5 \text{ мм [5, стор.300]}$$

$$L_{px} = 5 + 3 = 8 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}$$

де $S_{0T} = 0,1$ мм / об [4, табл.29, стр.238]

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{S\Pi} \cdot K_{S\mathcal{K}} \cdot K_{SI} \cdot K_{S\Phi} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3}$$

де $K_{S\Pi} = 0,8$ - коефіцієнт враховує стан обробленої поверхні;

$K_{SЖ} = 0,95$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{SI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{SФ} = 1,0$ - коефіцієнт враховує форму оброблюваної поверхні;

$K_{SM} = 0,9$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу

$K_{SЗ} = 0,8$ - коефіцієнт враховує вплив загартування;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.30, стр.239].

$$K_{S_0} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,547$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,547 = 0,055 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,06 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

де $v_T = 80 \text{ м / хв}$ [4, табл.39, стор.245]

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{vH} \cdot K_{vФ} \cdot K_{vЖ} \cdot K_{vT} \cdot K_{v0} \cdot K_{vП}$$

де $K_{vM} = 1,0$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{vI} = 1,2$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{vФ} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вплив кута в плані;

$K_{v0} = 1,0$ коефіцієнт враховує вплив МОР;

$K_{vЗ} = 0,9$ - коефіцієнт враховує вид обробки;

$K_{vЖ} = 0,85$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{vП} = 0,75$ - коефіцієнт враховує стан обробляючої поверхні.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.43, стор.247].

$$K_v = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,688$$

$$v = 80 \cdot 0,688 = 55,1 \text{ м/мин}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 55,1}{3,14 \cdot 120} = 146 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 150 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 150}{1000} = 56,62 \text{ м/мин}$$

Розраховуємо машинний час:

$$t_{M2} = \frac{L_{px}}{S_0 \cdot n} = \frac{39}{0,06 \cdot 150} = 20,63 \text{ мин}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_p - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 56,62^0 \cdot 1,42 = 3511,8H$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3511,8 \cdot 56,62}{1020 \cdot 60} = 2,47 \leq 30кВт$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

3-й перехід - точити діаметр 3 і кут 4

Різець прохідний Т15К6 R 2,5 за ГОСТ 18878-73

Глибина різання: $t = 4,4$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{рез} = 172,5 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 2 = 3 \text{ мм [5, стор.300]}$$

$$L_{px} = 172,5 + 3 = 175,5 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}$$

де $S_{0T} = 0,55$ мм / об [4, табл.26, стор.237]

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{S\Pi} \cdot K_{SЖ} \cdot K_{SI} \cdot K_{S\Phi} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3}$$

де $K_{S\Pi} = 0,8$ - коефіцієнт враховує стан обробленої поверхні;

$K_{SЖ} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{SI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{S\Phi} = 1,0$ - коефіцієнт враховує форму оброблюваної поверхні;

$K_{SM} = 0,9$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{S3} = 0,8$ - коефіцієнт враховує вплив загартування;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.30, стр.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,576$$

$$S_0 = 0,55 \cdot 0,576 = 0,32 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,3$ мм / об

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

де K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{vH} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{v\kappa} \cdot K_{vT} \cdot K_{v0} \cdot K_{v\Pi}$$

де $K_{vM} = 1,0$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{vI} = 1,9$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{v\phi} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вплив кута в плані;

$K_{v0} = 1,0$ коефіцієнт враховує вплив МОР;

$K_{vT} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вид обробки;

$K_{v\kappa} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{v\Pi} = 0,75$ - коефіцієнт враховує стан оброблюваної поверхні.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.43, стор.247].

$$K_v = 1,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 1,425$$

$$v = 45 \cdot 1,425 = 64,12 \text{ м / мин}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 64,12}{3,14 \cdot 284,4} = 71,8_{\text{мин}}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 70 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 284,4 \cdot 70}{1000} = 62,5_{\text{м/мин}}$$

Розраховуємо машинний час:

$$t_{\text{мз}} = \frac{L_{\text{рх}}}{S_0 \cdot n} = \frac{175,5}{0,3 \cdot 70} = 13,93_{\text{мин}}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Коефіцієнт C_P і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_P - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 4,4^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 62,5^0 \cdot 1,42 = 5166,7 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5166,7 \cdot 62,5}{1020 \cdot 60} = 5,27 \leq 30 \text{кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

4-й перехід - підрізати торець 2

Різець підрізної Т15К6 Р 1 по ГОСТ 18880-73

Глибина різання: $t = 4,0$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{рез} = 8,75 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 2 = 3 \text{ мм [5, стр.300]}$$

$$L_{px} = 8,75 + 3 = 11,75 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}$$

де $S_{0T} = 0,7$ мм / об [4, табл.26, стор.237]

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{S\Pi} \cdot K_{SЖ} \cdot K_{SI} \cdot K_{S\Phi} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3}$$

де $K_{S\Pi} = 0,8$ - коефіцієнт враховує стан обробленої поверхні;

$K_{SЖ} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{SI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{S\Phi} = 1,0$ - коефіцієнт враховує форму оброблюваної поверхні;

$K_{SM} = 0,9$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{S3} = 0,8$ - коефіцієнт враховує вплив загартування;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.30, стр.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,576$$

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,576 = 0,4 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,4 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

$$v_T = 36 \text{ м / хв [4, табл.39, стор.245]}$$

де K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{vH} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{v\kappa} \cdot K_{vT} \cdot K_{v0} \cdot K_{v\Pi}$$

де $K_{vM} = 1,0$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{vI} = 1,9$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{v\phi} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вплив кута в плані;

$K_{v0} = 1,0$ коефіцієнт враховує вплив МОР;

$K_{vT} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вид обробки;

$K_{v\kappa} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{v\Pi} = 0,75$ - коефіцієнт враховує стан оброблюваної поверхні.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.43, стор.247].

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 51,3}{3,14 \cdot 436} = 37,47 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 31,5 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 401 \cdot 31,5}{1000} = 39,6 \text{ м / мин}$$

Розраховуємо машинний час:

$$t_{M4} = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n} = \frac{11,75}{0,4 \cdot 31,5} = 0,93 \text{ мин}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Коефіцієнт C_P і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_P - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 4,0^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 39,6^0 \cdot 1,42 = 5828 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5828 \cdot 39,6}{1020 \cdot 60} = 3,77 \leq 30 \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Загальний машинний час на операцію:

$$t_M = 2,07 + 20,63 + 13,93 + 0,93 = 37,56 \text{ мин}$$

1.9.2 Операція №040 - Токарна

Верстат токарно-гвинторізний 1М63БФ101

Паспортні дані верстата:

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	
над станиною	630
над супортом	350
Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	2800
Частота обертання шпинделя, хв ¹	10-1250
Найбільше переміщення супорта, мм	
поздовжнє	520
поперечне	400
Подача супорта, мм / об	
поздовжня	0,06-1,0
поперечна	0,024-0,31
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	15
Габаритні розміри, мм	
довжина	4950
ширина	1780
висота	1550
Маса, кг	5620

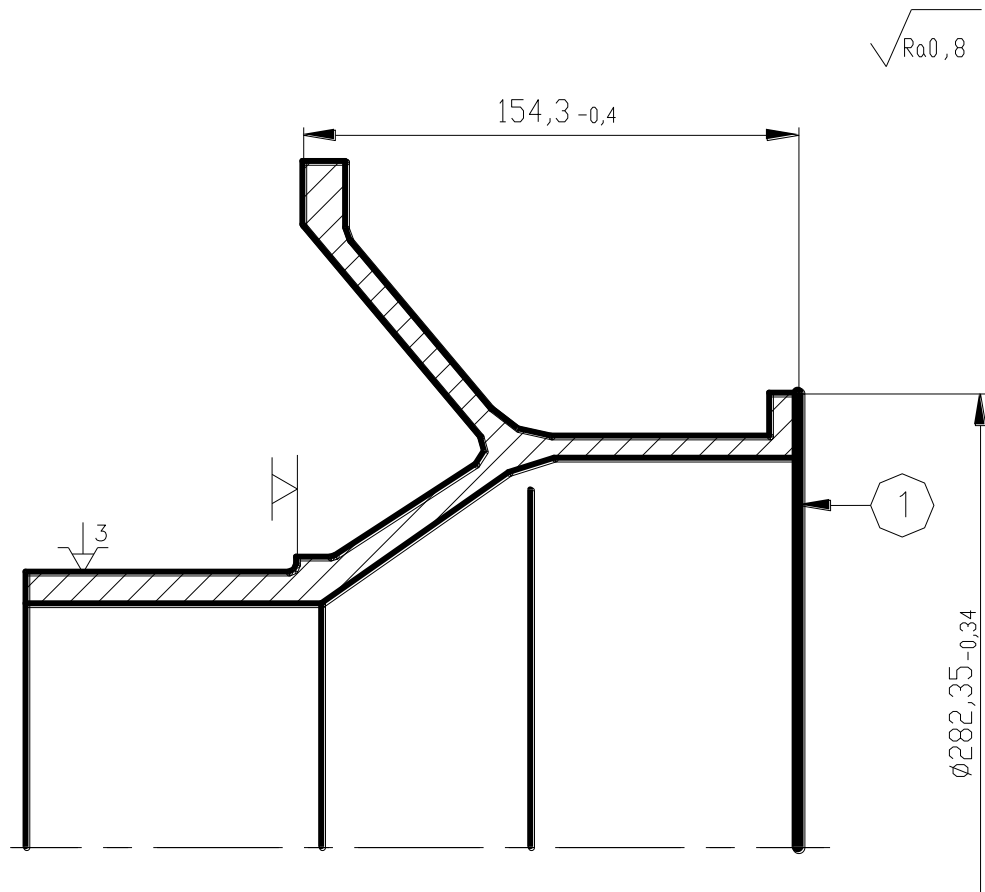


Рисунок 1.3 - Операційний ескіз до операції №040

1-й перехід - підрізати торець 1

Різець підрізної ВК6-ОМ R 1 по ГОСТ 18880-73

Глибина різання: $t = 1,7$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{рез} = 18 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 2 + 3 = 6 \text{ мм [5, стор.300]}$$

$$L_{px} = 18 + 6 = 24 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}$$

$$S_{0T} = 0,11 \text{ мм / об [4, табл.28, стр.238]}$$

де K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{S\Pi} \cdot K_{S\text{Ж}} \cdot K_{SI} \cdot K_{S\Phi} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3}$$

де $K_{S\Pi} = 0,8$ - коефіцієнт враховує стан обробленої поверхні;

$K_{S\text{Ж}} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{SI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{S\Phi} = 1,0$ - коефіцієнт враховує форму оброблюваної поверхні;

$K_{SM} = 0,9$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{S3} = 0,8$ - коефіцієнт враховує вплив загартування.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.30, стр.239].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72$$

$$S_0 = 0,11 \cdot 0,72 = 0,079 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,08 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

$$v_T = 124 \text{ м / хв [4, табл.39, стор.245]}$$

де K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{v\Pi} \cdot K_{v\Phi} \cdot K_{v\text{Ж}} \cdot K_{vT} \cdot K_{v0} \cdot K_{v\Pi}$$

де $K_{vM} = 1,0$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{vI} = 1,9$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{v\Phi} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вплив кута в плані;

$K_{v0} = 1,0$ коефіцієнт враховує вплив МОР;

$K_{vT} = 1,0$ - коефіцієнт враховує вид обробки;

$K_{v\text{Ж}} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{v\Pi} = 0,75$ - коефіцієнт враховує стан оброблюваної поверхні.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.41, стор.246].

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,2$$

$$v = 124 \cdot 1,2 = 148,8 \text{ м/мин}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 148,8}{3,14 \cdot 282,35} = 167,8 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 160 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 282,35 \cdot 160}{1000} = 141,8 \text{ м/мин}$$

Розраховуємо машинний час:

$$t_M = \frac{L_{px}}{S_0 \cdot n} = \frac{24}{0,08 \cdot 160} = 3 \text{ мин}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Коефіцієнт C_P і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_P - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 1,7^{1,0} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 141,8^0 \cdot 1,42 = 740,7H$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{740,7 \cdot 141,8}{1020 \cdot 60} = 1,7 \leq 15кВт$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

1.9.3 Операція №070 - Сверлильная

Верстат радіально-свердильний 2А55

Паспортні дані верстата:

Найбільший умовний діаметр свердління,мм	50
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя, мм	400
Число швидкостей шпинделя	21
Конус Морзе отвору шпинделя	5
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	20-2000
Число подач шпинделя	12
Подача шпинделя, мм/об	0,056-2,5
Найбільша сила подачі,МН	16
Потужність електродвигуна приводу головного руху,кВт	5,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	5585
ширина	1930
висота	3470
Маса,кг	12600

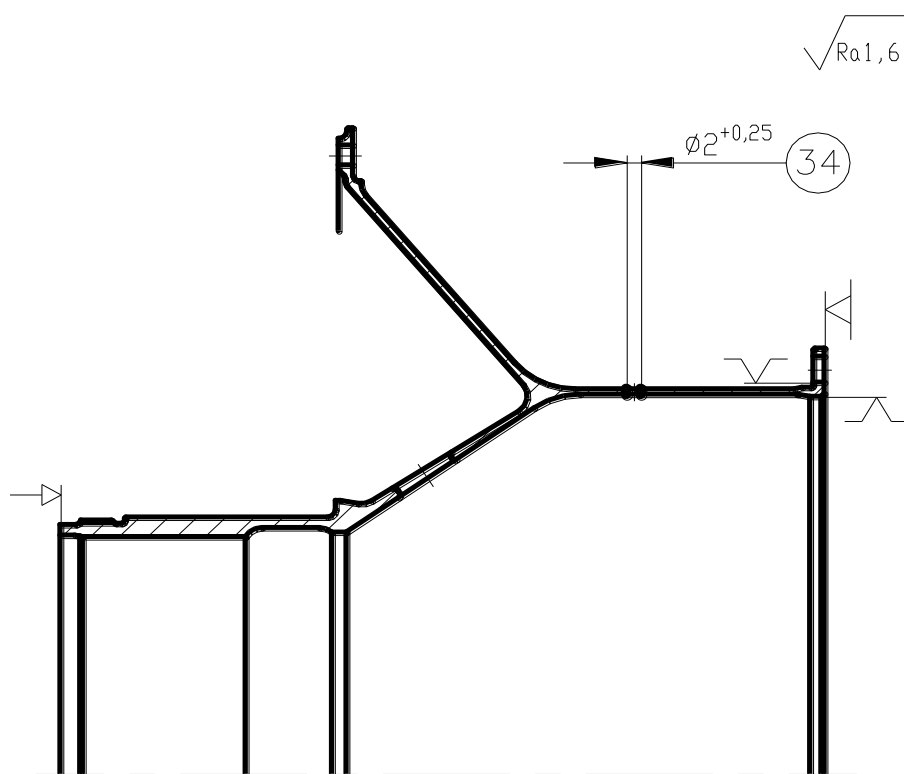


Рисунок 1.4 - Операційний ескіз до операції №70

Свердлити отвір 34 $\varnothing 2^{+0,25}$

Свердло спіральне $\varnothing 2,0$ зі швидкорізальної сталі P9K5 з конічним хвостовиком.

Глибина різання: $t = 1,0$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{рез} = 1,8 \text{ мм}$$

$$y = 2 \text{ мм [5, стор.303]}$$

$$L_{px} = 1,8 + 2 = 3,8 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}$$

$$S_{0T} = 0,04 \text{ мм / об [4, табл.64, стр.267]}$$

де K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{SL} \cdot K_{SЖ} \cdot K_{SI} \cdot K_{Sd} \cdot K_{SM}$$

де $K_{SI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує глибину свердління;

$K_{SЖ} = 1,0$ - коефіцієнт враховує жорсткість технологічної системи;

$K_{SI} = 0,6$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{Sd} = 1,0$ - коефіцієнт враховує тип оброблюваного отвору;

$K_{SM} = 0,75$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.65, стр.267].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,45$$

$$S_0 = 0,04 \cdot 0,45 = 0,018 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,056 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

$$v_T = 10 \text{ м / хв [4, табл.68, стр.271]}$$

де K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

де $K_{VM} = 1,1$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{VI} = 1,0$ - коефіцієнт враховує матеріал інструменту;

$K_{Vd} = 0,9$ - коефіцієнт враховує тип отвору;

$K_{V0} = 1,0$ коефіцієнт враховує умови обробки;

$K_{VT} = 1,0$ - коефіцієнт враховує стійкість інструменту;

$K_{v1} = 1,0$ - коефіцієнт враховує довжину свердління.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.69, Стр.272].

$$K_v = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,99$$

$$v = 10 \cdot 0,99 = 9,9 \text{ м/мин}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 9,9}{3,14 \cdot 2} = 1576,4 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 1500 \text{ хв}^{-1}$.

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 1500}{1000} = 9,42 \text{ м/мин}$$

Розраховуємо машинний час для обробки отвору:

$$t_M = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n} = \frac{3,8}{0,056 \cdot 1500} = 0,04 \text{ мин}$$

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad [6, \text{стр.277}].$$

Коефіцієнт C_M і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.32, стор.281].

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,041 \cdot 2,0^{2,0} \cdot 0,056^{0,7} \cdot 1,42 = 0,31 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де K_P - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

Розраховуємо осьову силу різання:

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad [6, \text{стр.277}].$$

Коефіцієнт C_P і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.32, стор.281].

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,056^{0,7} \cdot 1,42 = 380,3H$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{0,31 \cdot 1500}{9750} = 0,05 \leq 5,5кВт$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

1.9.4 Операція №105 - Сверлильная

Верстат радіально-свердильний 2А55

Паспортні дані верстата:

Найбільший умовний діаметр свердління, мм	50
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя, мм	400

Число швидкостей шпинделя	21
Конус Морзе отвору шпинделя	5
Частота обертання шпинделя, хв ¹	20-2000
Число подач шпинделя	12
Подача шпинделя, мм/об	0,056-2,5
Найбільша сила подачі, МН	16
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	5,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	5585
ширина	1930
висота	3470
Маса, кг	12600

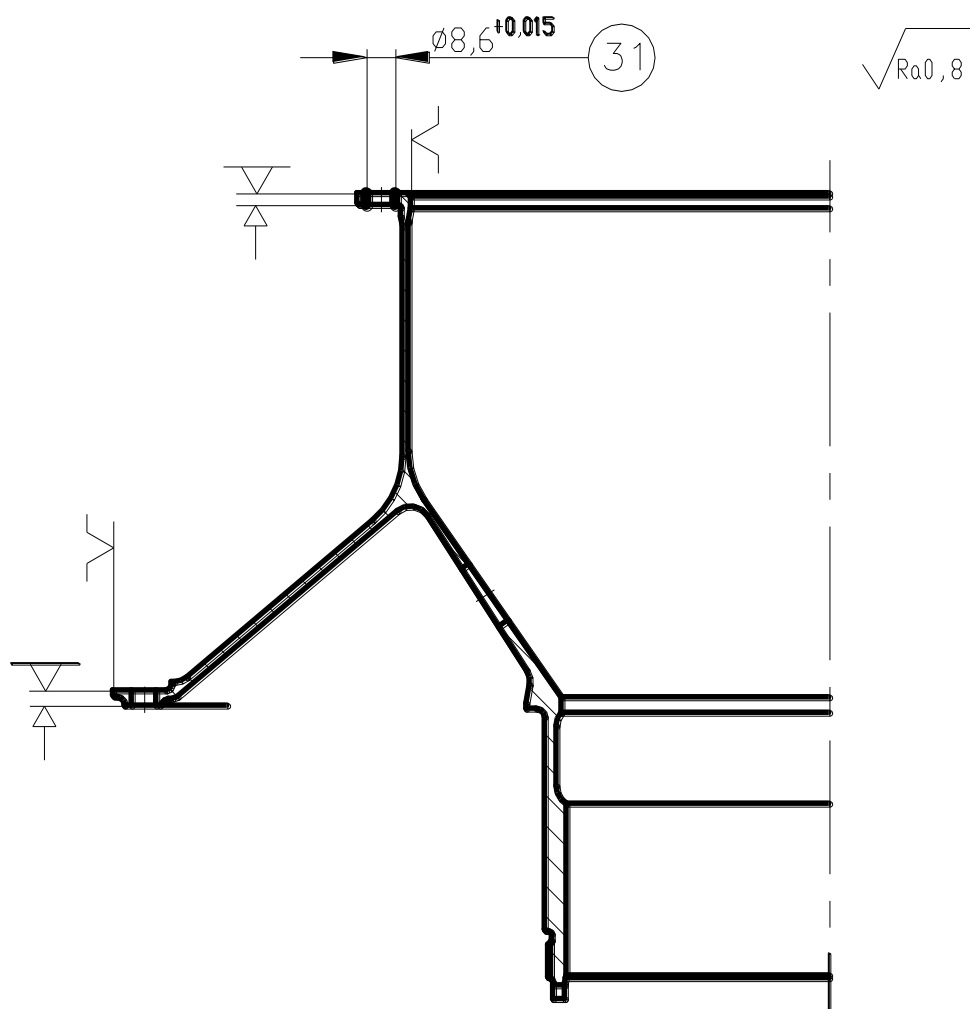


Рисунок 1.5 - Операційний ескіз до операції №105

Перехід 1 - Зенкеровать 20 отворів 31 $\varnothing 8,4^{+0,1}$

Зенкер зі швидкорізальної сталі P10K5Ф5 з конічним хвостовиком.

Глибина різання: $t = 0,3$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{pez} + y$$

$$L_{pez} = 3,5 \text{ мм}$$

$$y = 4 \text{ мм [5, стор.303]}$$

$$L_{px} = 3,5 + 4 = 7,5 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{s0}$$

$$S_{0T} = 1,25 \text{ мм / об} \quad [4, \text{табл.73, стр.276}]$$

де K_{s0} - поправочний коефіцієнт на подачу

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.65, стр.267].

де $K_{sd} = 1,0$ - коефіцієнт враховує тип оброблюваного отвору;

$K_{sm} = 0,32$ - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.73, стр.277].

$$K_{s0} = 1,0 \cdot 0,32 = 0,32$$

$$S_0 = 1,25 \cdot 0,32 = 0,4 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,4$ мм / об

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

$$v_T = 5,3 \text{ м / хв} \quad [4, \text{табл.78, стр.280}]$$

де K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{vII} \cdot K_{vd} \cdot K_{v0} \cdot K_{vT} \cdot K_{vI}$$

де $K_{vM} = 0,77$ - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{vI} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$K_{vd} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує тип отвору;

$K_{v0} = 1,0$ коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$K_{vT} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

$K_{vII} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.85, стр.283].

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

$$v = 5,3 \cdot 1,0 = 5,3 \text{ м / мин}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 5,3}{3,14 \cdot 8,4} = 200,9 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 200 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,4 \cdot 200}{1000} = 5,27 \text{ м / мин}$$

Розраховуємо машинний час для обробки одного отвору:

$$t_{M1} = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n} = \frac{7,5}{0,4 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

Машинний час для обробки 20-ти отворів:

$$t_{M1} = 20 \cdot 0,09 = 1,88 \text{ мин}$$

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad [6, \text{стр.277}].$$

Коефіцієнт C_M і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.32, стор.281].

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,4^{2,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,42 = 21,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де K_P - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

Розраховуємо осьову силу різання:

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad (1.22)$$

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 8,4^{1,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,42 = 8918,2 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{21,6 \cdot 200}{9750} = 0,44 \leq 5,5 \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Перехід 2 - Розгорнути 20 отворів 31 Ø 8,6^{+0,015}

Розгортка Ø8,6 з швидкоріжучої сталі P10K5Ф5 з конічним хвостовиком.

Глибина різання: $t = 0,1$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{рез} = 3,5 \text{ мм}$$

$$y = 4 \text{ мм [5, стор.303]}$$

$$L_{px} = 3,5 + 4 = 7,5 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}$$

$$S_{0т} = 0,7 \text{ мм / об} \quad [4, \text{табл.86, стр.285}]$$

де K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{Sd} \cdot K_{SM}$$

де $K_{Sd} = 1,0$ - коефіцієнт враховує тип оброблюваного отвору;

$K_{SM} = 0,85$ - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.86, стр.285].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 0,85 = 0,85$$

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,85 = 0,595 \text{ мм / об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,6 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v$$

$$v_T = 3,1 \text{ м / хв} \quad [4, \text{табл.91, стр.288}]$$

$$K_v = K_{vM} \cdot K_{vI} \cdot K_{vd} \cdot K_{v0} \cdot K_{vT} \cdot K_{vI}$$

де $K_{vM} = 0,75$ - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу;

$K_{vI} = 1,15$ - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$K_{vd} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує тип отвору;

$K_{v0} = 1,0$ коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$K_{vT} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4, табл.94, стор.289].

$$K_v = 0,75 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,86$$

$$v = 3,1 \cdot 0,86 = 2,66 \text{ м / мин}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 2,66}{3,14 \cdot 8,6} = 98,5 \text{ мин}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n = 100 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих обертів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,6 \cdot 100}{1000} = 2,7 \text{ м / мин}$$

Розраховуємо машинний час для обробки одного отвору:

$$t_{M2} = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n} = \frac{7,5}{0,6 \cdot 100} = 0,125 \text{ мин}$$

Машинний час для обробки 20-ти отворів:

$$t_{M2} = 20 \cdot 0,125 = 2,5 \text{ мин}$$

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,6^{2,0} \cdot 0,6^{0,7} \cdot 1,42 = 21,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

Розраховуємо осьову силу різання:

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad (1.23).$$

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 8,6^{1,0} \cdot 0,6^{0,7} \cdot 1,42 = 8600,8 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{21,2 \cdot 100}{9750} = 0,22 \leq 5,5 \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Загальний машинний час на операцію:

$$t_M = 1,88 + 2,5 = 4,38 \text{ мин}$$

1.10 Технічне нормування механічних операцій

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

У серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу

$$T_{ш.к.} = T_{ш.п.} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \text{ мин} \quad (1.24)$$

де $T_{п.з.}$ - підготовчо-заключний час, хв

n - кількість деталей в настроювальній партії, шт

$T_{ш.п.}$ - штучний час, час виготовлення однієї деталі.

1.10.1 Операція №070 – Сверлильная

Основний час на операцію: $T_e = 0,04$ хв

Допоміжний час:

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + \sum t_{пер} + t_{изм} \quad (1.25)$$

де $t_{вуст}$ - час на установку і зняття деталі;

$t_{пер}$ - час пов'язане з переходом на прохід;

$\sum t_{пер}$ - час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс;

$t_{зм}$ - час на контрольні вимірювання.

$t_{вуст} = 0,85$ хв [7, карта 44, стр.293]

$t_{пер} = 0,20$ хв [7, карта 46, стр.294]

За [7, карта 47, стор.296] вибираємо час на прийоми пов'язані з переходами, які не увійшли в комплекс:

$t_{вкл \text{ і } викл} = 0,01$ хв

$t_{изм. веліч. подачі} = 0,03$ хв

$t_{вуст \text{ зняти інструм.}} = 0,13$ хв

$$t_{\text{пост і зняти конд. втулку}} = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{\text{вкл і викл охладж}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{поверніть. Приспи на осі під кутом фіксації}} = 0,11 \text{ хв}$$

$$\Sigma t_{\text{пер}} = 0,01 + 0,03 + 0,13 + 0,06 + 0,03 + 0,11 = 0,37 \text{ хв}$$

$$T_B = 0,85 + 0,20 + 0,37 + 0,06 = 1,48 \text{ мин}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_e + T_b = 0,04 + 1,48 = 1,52 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію:

$$T_{\text{пр}} = (\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{тех.орг}} + \alpha_{\text{отд}}) \cdot T_{\text{оп}} \quad (1.26)$$

$$\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг.тех}} = 2,0\% [7, \text{ карта } 50, \text{ стр.302}]$$

$$\alpha_{\text{отд}} = 4\%$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2+4}{100} \cdot 1,52 = 0,09 \text{ мин}$$

Штучний час на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_e + T_b + T_{\text{пр}} = 0,04 + 1,52 + 0,09 = 1,65 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{п.з.}} = t_{\text{п.з.н.}} + t_{\text{п.з.}} \quad (1.27)$$

$$\text{де } t_{\text{п.з.наладка верстата}} = 9 \text{ хв}$$

$$t_{\text{п.з.получ.інтер.}} = 5 \text{ хв [7, карта 50, стор.300]}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 9 + 5 = 14 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$n = \frac{a \cdot N}{250} = \frac{10 \cdot 500}{250} = 20 \text{дет}$$

де $a = 10$ - періодичність запуску

$N = 500$ шт.- програма випуску

$$T_{\text{ш.к.}} = 1,65 + \frac{14}{20} = 2,35 \text{ мин}$$

Змінна норма виробітку:

$$q_{\text{см}} = \frac{492}{T_{\text{ш.к.}}} = \frac{492}{2,35} = 209 \text{дет}$$

де 492 - тривалість робочої зміни 5-ти денного робочого тижня.

1.10.2 Операція №005 – Токарна

Основний час на операцію: $T_e = 37,56 \text{ хв}$

Допоміжний час:

$$T_B = t_{\text{вст}} + t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4}$$

де $t_{\text{вст}} = 3,18 \text{ хв [7, карта 56, стор.146]}$

$t_{\text{пер1}} = 0,53 \text{ хв [7, карта 60, стор.150]}$

$t_{\text{Пер2}} = 0,49 \text{ хв [7, карта 60, стор.152]}$

$t_{\text{пер3}} = 0,49 \text{ хв [7, карта 60, стор.152]}$

$t_{\text{пер4}} = 0,49 \text{ хв [7, карта 60, стор.152]}$

За [7, карта 61, стор.156] вибираємо час на прийоми пов'язані з п е переходи, які не увійшли в комплекс:

$$t_{\text{ізм.число оборотів}} = 0,04 \text{ хв}$$

$$t_{\text{вуст зняти інструм.}} = 0,7 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пост огорожу від стружки.}} = 0,10 \text{ хв}$$

$$\Sigma t_{\text{пер}} = 0,04 + 0,10 + 0,7 = 1,24 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ізм1}} = 0,20 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ізм2}} = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ізм3}} = 0,20 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ізм4}} = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{\text{B1}} = 0,53 + 1,24 + 0,20 = 2,37 \text{ хв}$$

$$t_{\text{B2}} = 0,49 + 1,24 + 0,09 = 2,22 \text{ хв}$$

$$t_{\text{B3}} = 0,49 + 1,24 + 0,09 = 2,22 \text{ хв}$$

$$t_{\text{B4}} = 0,49 + 1,24 + 0,09 = 2,22 \text{ хв}$$

$$T_B = 3,18 + 2,37 + 2,22 + 2,22 + 2,22 = 12,21 \text{ мин}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_e + T_B = 37,56 + 12,21 = 49,77 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію:

$$T_{\text{пр}} = \frac{2,5 + 4}{100} \cdot 49,77 = 3,23 \text{ мин}$$

Штучний час на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_e + T_B + T_{\text{пр}} = 37,56 + 12,21 + 3,23 = 53 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{п.з.} = 10 + 6 = 16 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш.к.} = 53 + \frac{16}{20} = 53,8 \text{ мин}$$

Змінна норма виробітку:

$$q_{см} = \frac{492}{T_{ш.к.}} = \frac{492}{53,8} = 9,14 \text{ дет}$$

1.10.4 Операція №040 – Токарна

Основний час на операцію: $T_e = 3 \text{ хв}$

Допоміжний час:

$$T_B = t_{уст} + t_{B1} + t_{B2}$$

де $t_{вуст} = 3,18 \text{ хв}$ [7, карта 56, стор.146]

$t_{пер} = 0,53 \text{ хв}$ [7, карта 60, стор.150]

Обираємо час на прийоми пов'язані з переходами, які не ввійшли в комплекс:

$t_{ізм.ч.число\ оборотів} = 0,04 \text{ хв}$

$t_{вуст\ зняти\ інструм.} = 0,7 \text{ хв}$

$t_{пост\ огорожу\ від\ стружки.} = 0,10 \text{ хв}$

$\Sigma t_{пер} = 0,04 + 0,10 + 0,7 = 1,24 \text{ хв}$

$t_{ізм1} = 0,20 \text{ хв}$

$$t_B = 0,53 + 1,24 + 0,20 = 2,37 \text{ хв}$$

$$T_B = 3 + 2,37 = 5,37 \text{ мин}$$

Оперативне час:

$$T_{оп} = T_e + T_B = 3 + 5,37 = 8,37 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію:

$$T_{пр} = \frac{2,5 + 4}{100} \cdot 8,37 = 0,54 \text{ мин}$$

Штучний час на операцію:

$$T_{шт} = T_e + T_B + T_{пр} = 3 + 5,37 + 0,54 = 8,91 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{п.з.} = 10 + 6 = 16 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш.к.} = 8,91 + \frac{16}{20} = 9,71 \text{ мин}$$

Змінна норма виробітку:

$$q_{см} = \frac{492}{T_{ш.к.}} = \frac{492}{9,71} = 50,6 \text{ дет}$$

1.10.5 Операція №105 – Сверлильная

Основний час на операцію: $T_e = 4,38$ хв

Допоміжний час:

$$t_{\text{вуст}} = 0,85 \text{ хв [7, карта 44, стр.293]}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,18 \text{ хв [7, карта 46, стр.295]}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,15 \text{ хв [7, карта 46, стр.295]}$$

За [7, карта 47, стор.296] вибираємо час на прийоми пов'язані з переходом, які не увійшли в комплекс:

$$t_{\text{вкл і викл}} = 0,01 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ізм.веліч.подачі}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{вуст зняти інструм.}} = 0,13 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пост і зняти конд. втулку.}} = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{\text{вкл і викл охладж}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{поверніть. Приспи на осі під кутом фіксації}} = 0,11 \text{ хв}$$

$$\Sigma t_{\text{пер}} = 0,01 + 0,03 + 0,13 + 0,06 + 0,03 + 0,11 = 0,37 \text{ хв}$$

$$t_{\text{вим}} = 0,06 \text{ хв [2, табл. 310, стор.205]}$$

$$T_B = 0,85 + 0,18 + 0,37 + 0,15 + 0,37 + 0,06 = 1,98 \text{ мин}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_e + T_B = 4,38 + 1,98 = 6,36 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію:

$$T_{\text{пр}} = \frac{2+4}{100} \cdot 6,36 = 0,38 \text{ мин}$$

Штучний час на операцію:

$$T_{шт} = T_e + T_v + T_{пр} = 4,38 + 1,98 + 0,38 = 6,74 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{п.з.} = 9 + 5 = 14 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш.к.} = 6,74 + \frac{14}{20} = 7,44 \text{ мин}$$

Змінна норма виробітку:

$$q_{см} = \frac{492}{T_{ш.к.}} = \frac{492}{7,44} = 66 \text{ дет}$$

Таблиця 1.14 - Норми часу механічних операцій

№ опер	Назва операції	Основний час, хв	Допоміжний час, хв	Оперативний час, хв	штучний час, хв	Штучно-калькуляційний час, хв
005	Токарна	37,56	12,21	49,77	53	53,8
010	Токарна	44,7	13,7	58,4	61,9	62,6
015	Токарна	48,2	14	62,2	65,9	66,6
020	Токарна	16,6	10,4	27	29,16	29,86
025	Токарна з ЧПК	62,8	5,59	81,99	87,7	88,32
030	Токарна з ЧПК	76,4	5,59	35,45	39,17	39,32
040	Токарна	3,0	5,37	8,37	8,91	9,71
045	Токарна з ЧПК	89,6	5,59	95,19	100,9	101,6
050	Токарна з ЧПК	76,5	5,59	82,09	87,01	87,71

Продовження таблиці 1.14						
055	Свердлильна	10,6	1,67	12,27	13,0	13,5
060	Свердлильна	11,2	1,67	12,8 7	13,64	14,34
065	Свердлильна	4,5	1,2	5,7	6,04	6,64
070	Свердлильна	0,04	1,48	1,52	1,65	2,35
075	Фрезерна з ЧПК	48,2	16	64,2	68,05	68,7
080	Фрезерна з ЧПК	36,4	12,1	48,5	51,41	52,01
085	Фрезерна з ЧПК	15,7	8,2	23,9	25,57	26,27
095	Шліфувальна	14, 99	2,87	17,86	19,29	19,96
100	Шліфувальна	12,1	1,47	13,57	14,38	15,08
105	Свердлильна	4,38	1,98	6,36	6,74	7,44
110	Свердлильна	16,1	1,67	19	19,01	19,71
120	Токарна	10,6	8,4	17,77	20,14	20,74
всього						840,13

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

2.1 Проектування пристосування для токарної обробки.

2.1.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування для токарної обробки.

Пристосування для токарної обробки складається з корпусу (поз.2), запресованої і прикрученою болтами (поз.8) центруючої і затискної тонкостінної втулки (поз.4) і затиску (поз.1). У порожнину між корпусом і втулкою поміщена гідропластмаса. Натяг в з'єднанні втулки з корпусом забезпечує герметичність в порожнині для гідропластмаси.

Гвинт (поз.9) прикриває отвір, через яке при заливці гідропластмаси з порожнини пристосування виходить повітря.

Так як обробляється деталь являє собою тонкостінну оболонку базування і затиск здійснюється по посадковому діаметру під підшипник з упором в торець фланця і додатковим кріпленням прихватами.

Перед обробкою деталь встановлюється посадковим діаметром (зовнішнім) у втулку, впирається фланцем в торець корпусу пристосування і кріпиться прихватами. Після цього виконується затягування нарізного затиску, під дією якого відбувається збільшення тиску в порожнині з гідропластмасой, що призводить до пружної деформації тонкостінної втулки. При цьому вибираються зазори в сполученні і виконується центрування і рівномірне закріплення деталі по всій поверхні зовнішнього діаметра.

Використання гідропластмаси в затискних пристроях забезпечує центрування високої точності (0,003 ... 0,005 мм).

Для затягування затиску в корпусі передбачено вікно.

Для контролю товщини стінок в процесі обробки в корпусі передбачений паз для введення стінкоміром.

Для контролю ділових розмірів в процесі обробки в корпусі встановлена колонка (поз.6) з шліфованим торцем.

Кріплення на верстаті виконується через отвори в корпусі, а центрування по посадці центратору (поз.3).

При необхідності зняття деталі після обробки спочатку відпускається затиск, при цьому знижується тиск в порожнині з гідропластмасою. Потім відпускаються прихвати на фланці. Після цього звільняючи деталь, яка базувалася на зовнішній циліндричній поверхні і торця.

2.2 Проектування пристосування для фрезерної обробки.

2.2.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування для фрезерної обробки.

Пристрій складається з корпусу (поз.1) і притиску (поз.4) з відкидною шайбою (поз.19).

Корпус суцільнолитий з вікнами для зменшення маси. На наполегливому торці корпусу запресовані 2 фіксатора (поз. 9,10). Щоб зменшити розрахункові мінімальні зазори і тим самим підвищити точність базування, не порушуючи умови можливості установки на два пальця, один з них зрізають, чим збільшують зазор в напрямку розміру між осями пальців.

У нижній частині корпусу оброблена циліндрична порожнина, в якій переміщається поршень (поз.8). До поршня прикріплений шток (поз.3), на кінці якого нагвинчена гайка (поз.5), що дозволяє регулювати хід штока.

Ущільнення кільцевого зазору в сполученні поршня з циліндром корпусу виконано кільцем (поз.21) круглого перетину і маслостійкою гуми, а штока і корпусу - манжетою (поз.20). Ці елементи є найбільш відповідальними конструктивними елементами.

Ущільнення циліндра корпусу виконано прокладкою (поз.13) з маслостійкою гуми під кришкою (поз.7).

Для додаткового упору деталі передбачена додаткова опора (поз.2).

Стиснене повітря з мережі надходить через штуцери і підводиться до робочих порожнин по каналах в корпусі.

2.2.2 Розрахунок похибки установки.

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.1)$$

де ε_{δ} - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення.

1) Визначення оптимального значення ширини b циліндричної ділянки зрізаного пальця.

З трикутника DO_2C маємо

$$(O_2E + EC)^2 = O_2D^2 + (ТАК + AC)^2 \quad (2.2)$$

З трикутника AT_2D ; $O_2D^2 = AT_2^2 - AD^2$; замінивши літерні назви відрізків їх значеннями, отримаємо

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{S_2 \min}{2}\right)^2 = \frac{d^2}{4} - \frac{b^2}{4} + \left(\frac{b}{2} + \frac{x}{2}\right)^2 \quad (2.3)$$

Вирішимо це рівняння щодо x ; квадратами малих величин x і $S_2 \min$ можна знехтувати. тоді

$$x = \frac{d}{b} \cdot S_2 \min \quad (2.4)$$

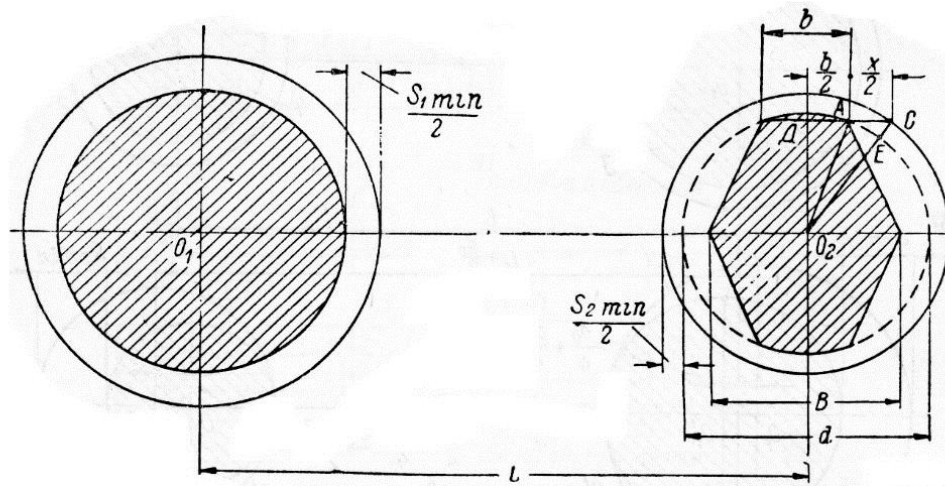


Рисунок 2.1 - Схема для визначення збільшеного зазору x в напрямку розміру L , що утворюється в сполученні отвори зі зрізаним пальцем

Отже, чим вже циліндричний ділянку b зрізаного пальця, тим більше зазор x . Однак надмірне зменшення циліндричної ділянки призводить до швидкого зносу пальця, тому ширину b слід брати найбільшу з можливих, визначаючи її розрахунком.

Підставляючи в вище наведене рівняння замість зазору $S_{2 \min}$ до зрізу його збільшене значення x після зрізу, отримаємо умову можливості установки на циліндричний і зрізаний пальці

$$S_1 \min + S_2 \min \frac{d}{b} \geq \delta_o + \delta_n, \quad (2.5)$$

звідки

$$b \leq \frac{S_2 \min}{\delta_o + \delta_n - S_1 \min} d, \quad (2.6)$$

де $\delta_{\text{про}}$ - допуск на міжцентрову відстань базових отворів;

δ_n - допуск на міжцентрову відстань настановних пальців;

$S_{1 \min}$ - мінімальний зазор в сполученні першого отвори з пальцем;

$S_{2 \min}$ - мінімальний зазор в сполученні другого отвори з пальцем;

$$b \leq \frac{0,013}{0,04 + 0,04 - 0,013} 6,1 = 1,2 \text{ мм}$$

Що відповідає даним нормативних матеріалів $b = 1 \text{ мм}$.

2) Визначення величини граничного зміщення (повороту) деталі при установці її по площині і отворів на два пальця.

Припускаємо найгірший граничний випадок, тобто що зазори в сполученнях пальців з отворами виявилися максимальними.

$$\begin{aligned} O_2 A = O_1 O'_1 &= \frac{S_1 \max}{2} ; \quad O_2 O'_2 = \frac{S_2 \max}{2} ; \\ O'_2 A &= \frac{S_1 \max + S_2 \max}{2} \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\mathcal{E}_\theta = O'_2 A = \frac{0,071 + 0,071}{2} = 0,142 \text{ мм}$$

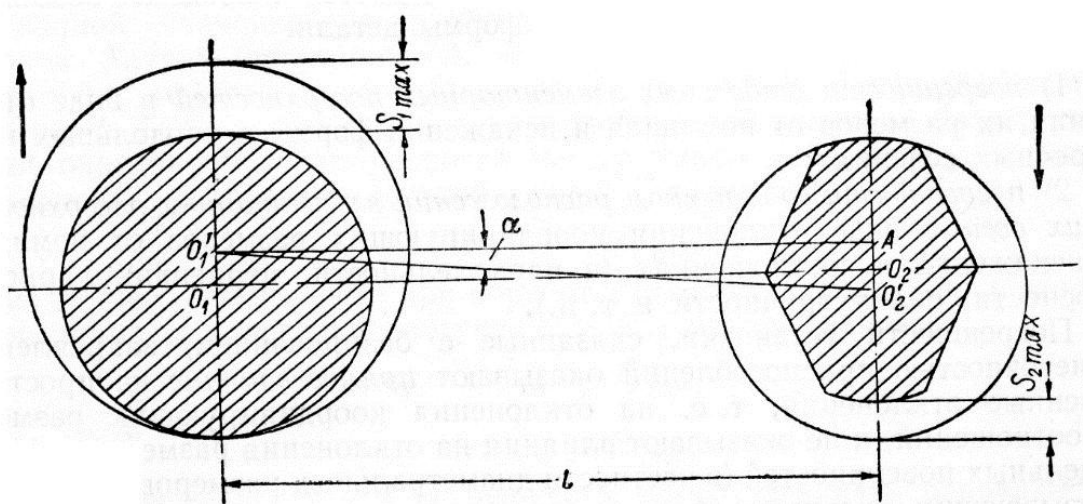


Рисунок 2.2 - Схема для визначення граничного зміщення (повороту) деталі при установці по площині і отворів на циліндричний і зрізаний пальці

Розглядаючи прямокутний трикутник, знаходимо

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_1 \max + S_2 \max}{L} \quad (2.8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,071 + 0,071}{410} = 0,0003_{\text{мм}}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,0003 = 0^{\circ} 1'$$

Похибка закріплення:

$$\varepsilon_3 = 0,11_{\text{мм}} [1]$$

$$7 \pm 0,25 \quad TD = 0,5 \text{ мм}$$

Похибка установки:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{0,142^2 + 0,11^2} = 0,18_{\text{мм}} < TD = 0,5_{\text{мм}},$$

отже необхідна точність установки забезпечується.

2.2.3 Розрахунок необхідного зусилля затиску і вибір приводу.

Для даного розрахунку необхідно дотриматися умови:

$$W_{\text{д}} = 5 \cdot Do \cdot P_{\text{рез}}, \quad (2.9)$$

де $W_{\text{д}}$ - сила закріплення, Н;

K - коефіцієнт запасу, приймаємо $K = 1,5$

$P_{\text{рез}} = 194 \text{ Н}$ - сила різання.

$$W_{\text{д}} = 5 \cdot 1,5 \cdot 194 = 1455 \text{ Н}$$

В даному випадку сила закріплення буде дорівнює зусиллю на штоку

$$W_d = Q, \quad (2.10)$$

де Q - зусилля на штоку, Н.

$$Q = 0,785 D^2 p \eta,$$

де $D = 25$ см - діаметр циліндра;

$p = 4$ кгс / см² - тиск стисненого повітря;

$\eta = 0,85$ - ККД циліндра.

$$Q = 0,785 \cdot 25^2 \times 4 \cdot 0,85 = 1\,668 \text{ Н} > 1455 \text{ Н},$$

умови виконуються.

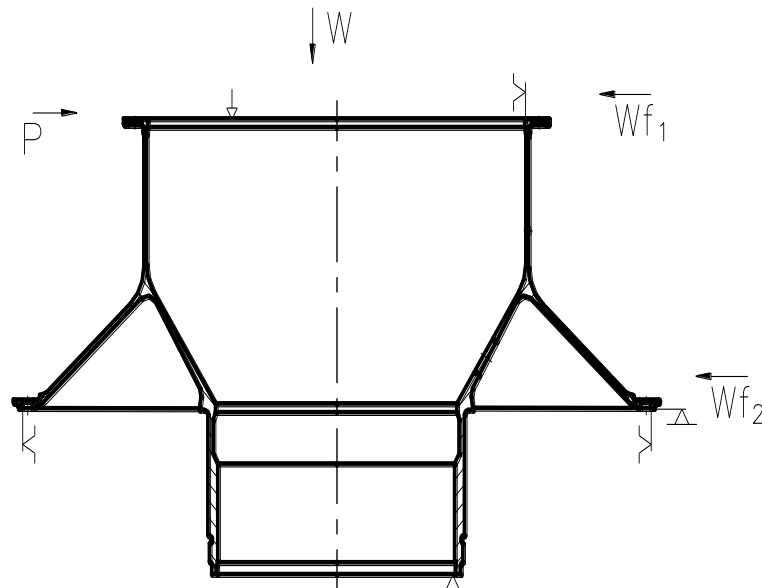


Рисунок 2.3 - Схема взаємодії сил різання і затиску (Сили спрямовані взаємно перпендикулярно, і силі різання протидіють сили тертя на опорі і в точці затиску)

2.2.4 Розрахунок пристосування на міцність.

Перевірочний розрахунок навантаження на фланець штока

$$\tau = \frac{4 \cdot P_{шт}}{\pi \cdot d_{шт}^2 \cdot n} \leq [\tau] = 0,6 \cdot \sigma_T , \quad (2.11)$$

де $P_{шт} = 1668$ Н - зусилля на штоку;

$d_{шт} = 16$ мм - діаметр штока;

$n = 1$ - число шпильок.

$$[\tau] = 0,6 \cdot 950 = 570 \text{ МПа}$$

$$\tau = \frac{4 \cdot 1668}{\pi \cdot 16^2 \cdot 1} = 6,5 \text{ МПа} < 570 \text{ МПа} ,$$

умова виконується, діаметр штока обраний вірно.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

3.1 Опис конструкції і принцип дії контрольного пристосування.

Пристрій складається з похилої плити (поз.1) і стійок (поз.2) з датчиками (поз.13). Кут нахилу плити може змінюватися за допомогою рухомих ніжок (поз.5) і отворів в планках (поз.6). Датчики встановлені на рухомих штангах (поз.4), які в свою чергу кріпляться до стійок хомутами (поз.3).

На плиті встановлені ролики (поз.7, 10) із змінною висотою і змінним міжцентровим за допомогою затискного механізму (поз.8, 9, 12).

3.2 Процедура настройки та контролю.

Так як прилад призначений для контролю биття поверхонь, що в даному випадку є відносні виміром, то процедура настройки пристосування виконується безпосередньо на деталі.

Деталь базується на плиту базовим торцем і притискається до роликів базовим діаметром вручну. Для перевірки биття датчики підводяться до перевіряється поверхні. Після цього виконується настройка датчика таким чином, щоб при упорі штока в поверхню деталі спалахував сигнал «придатних» на вимірювальному перетворювачі.

При контролі биття деталь одночасно притискається до роликів і обертається навколо своєї осі. При цьому під час кожного повороту знімаються показання на вимірювальному перетворювачі «ПРИДАТНО» або «НЕ ПРИДАТНО» відповідно.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА. ЗМІЦНЕННЯ ВАЛА КОМПРЕСОРА НИЗЬКОГО ТИСКУ, ДВИГУНАД-36, АЛМАЗНИМ ВИГЛАДЖУВАННЯМ

4.1 Суть процесу алмазного вигладжування.

У зв'язку з безперервним жорсткістю умов роботи і режимів експлуатаційної навантаженості валів газотурбінних двигунів (ГТД), зростанням вимог до зменшення їх металоємності, і з проходження поверхневого деформаційного зміцнення валів є актуальним.

Вибір методу і режимів деформаційного зміцнення валів зав і сит від величини і характеру експлуатаційних навантажень, конструкти в них особливостей, механічних характеристик матеріалів і виду попередньої обробки.

Несуча здатність валів ГТД в значній мірі визначається станом їх поверхневого шару, який формується на фінішних етапах технологічного процесу. Основний фінішної операцією, що забезпечує точність виготовлення деталі, є шліфування, яке супроводжується структурними та фазовими перетвореннями, прижогів і впровадженням абразивних зерен в оброблювану поверхню. Всі ці побічні несприятливі явища призводять до значного зниження несучої здатності деталей. В процесі експлуатації мають місце випадки руйнування валів ГТД, пов'язані з появлень і розвитком втомних тріщин в місцях концентрації напруга е ний від слідів обробок (рисок, подряпин) після фінішних опер ацій шліфування та полірування.

Більшість ВМД виготовляються з високолегованих спл а вов, чутливих до концентрації напружень, є в основному тонкостінними і мають велику кількість галтелів, отворів і в и точок.

Для підвищення несучої здатності валів ГТД застосовується алмазне вигладжування, область використання якого залишився задоволений ь але вузької.

Слід зазначити, що підвищення опору втоми валів ГТД можна отримати при призначенні режимів вигладжування з урахуванням механічних характеристик матеріалів, товщини стінки, рівня остаточних напруг, виду попередньої обробки і конструктивних особливостей.

Найбільш значну концентрацію напружень створюють відповідні сті, поверхні яких практично неможливо зміцнити алмазом з ним вигладжуванням.

Алмазне вигладжування зразків діаметром 10 мм з отвором 2 мм зі сталі 13Х11Н2В2МФШ призвело до підвищення межі витривалості і вості всього на 20 МПа (від 230 до 250 МПа). Це сталося за рахунок наявності залишкових стискаючих напружень у країв отвору, залігють на глибину до 250 мкм. Втомне руйнування зразків начиналося зсередини отвори, поверхня якого зміцнення не піддаючись.

Встановлено, що округлення країв отворів зрушує максимум зусиль вглиб (за його осі), незначно зменшуючи величину коефіцієнта концентрації напружень у порівнянні з таким для отверст з незакругленим краєм.

Таким чином, концентрація напружень, створювана отворами, практично не змінюється при деформаційному зміцненні внутрішній і зовнішньої поверхні.

На підставі викладеного вище можна зробити висновок, що призначення алмазного вигладжування - нейтралізація технологічних концентраторів напружень від слідів обробки і наведення сприятливих умов стискають залишкових напружень.

4.2 Інструмент для алмазного вигладжування.

Застосування алмазу в якості вигладжують інструменту обумовлено його надзвичайно високу твердість і зносостійкість, малим коефіцієнтом тертя ковзання і гарну теплопровідність.

Інструмент для вигладжування складається з наконечника з алмазом (та б особи 4.1) і державки. Для наконечників застосовуються алмази VII групи. Корпус наконечників виготовляють з сталей 12ХН3А або 40Х. Алмаз кріпиться в корпусі наконечника пайкою срібним припоєм або латунню (рисунок 4.1). Робоча частина алмаза, яка виступає з корпусу, не повинна перевищувати $1/3$ довжини кристала. Держак (рисунок 4.2) при роботі кріпиться на супорті верстата або в пінолі задньої бабки. Навантажувальні механізми державок мають пружні елементи (пружини), що забезпечують безперервний контакт алмазу з оброблюваної поверхністю і приблизно однакове зусилля вигладжування.

Алмаз має анізотропні властивості, тобто властивості його неоднакові по різноманітним кристалографічним вісям; це впливає, зокрема, на зносостійкі алмазу при вигладжуванні. Тому при кріпленні алмазу його орієнтують по рисці, яку наносять на корпусі наконечника в напрямку швидкості. Риска визначає положення, при якому знос буде відбуватися в напрямку найбільшої твердості алмазу.

Таблиця 4.1 - Основні розміри алмазних наконечників для вигладжування поверхонь (мм)

Тип наконечника	Номинальный размер R сферы алмаза, мм	Маса алмаза, карат	d	D	L	l
I и II	0,6; 1,0; 1,5; 2,0	0,21-0,30	6	10	22	12
II	2,5; 3,0	0,31-0,40				
	3,5 4,0	0,41-0,60 0,61-0,85				
I и II	0,6; 1,0; 1,5; 2,0	0,21-0,30	8	12	32	20
II	2,5; 3,0	0,31-0,40				
	3,5 4,0	0,41-0,60 0,61-0,85				

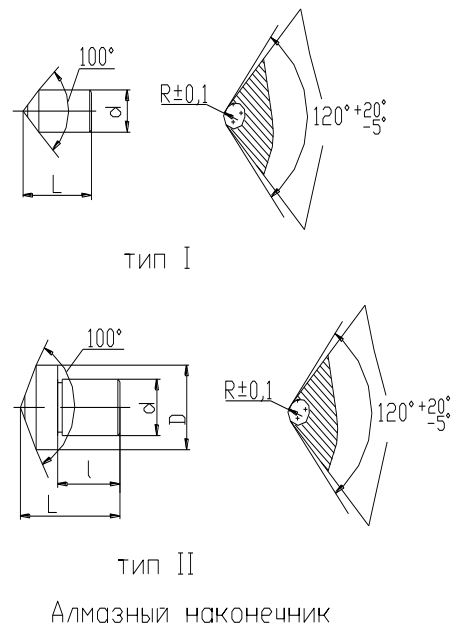


Рисунок 4.1 - Алмазні наконечники для вигладжування поверхонь

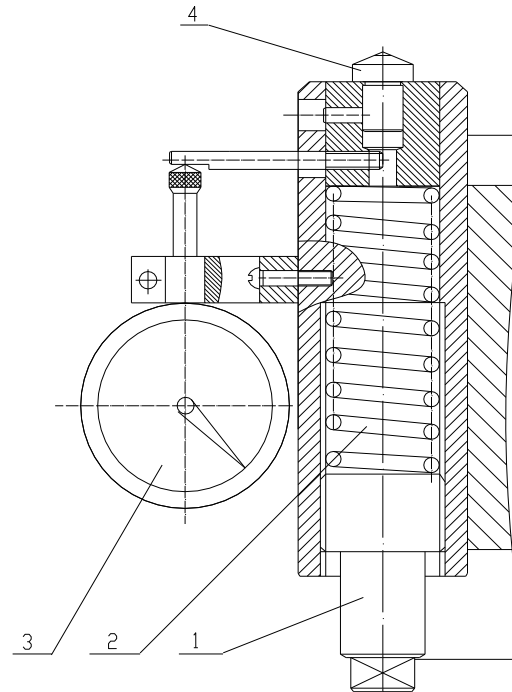


Рисунок 4.2 - Державка для вигладжування поверхонь із циліндричною пружиною: 1 - регулювальний гвинт; 2 - тарована пружина; 3 - індикатор; 4 - наконечник з алмазом

4.3 Режими обробки і оцінка впливу сили виглажування

Основний вплив на опір втоми тонкостінних валів з технологічними концентраторами напружень надає знак рівень і знак залишкових напружень, який визначається режимом алмазного вигладжування.

Формула для розрахунку оптимальної сили вигладжування сферичним інструментом з урахуванням фізико-механічних властивостей поверхневого шару:

$$P_{\text{опт}} = 2\pi R_{\text{сф}} h_{\text{пр}} B \varepsilon^n \quad (4.1)$$

де $R_{\text{сф}}$ - радіус сфери алмазного інструменту;

B - значення істинного напруги при $\varepsilon = 1$;

$h_{\text{пр}}$ - приведена висота кульового сегмента, яка лежить в межах 0,01-0,015 мм і назначається в залежності від стану поверхні після попередньої обробки вигладжуванням і поставленого завдання: забезпечення згладжуєвальний або зміцнюючий режими;

ε - відносний зсув при стисненні циліндричного обра з ца;

n - коефіцієнт, що характеризує упрочняемость матері а ла, при стисненні циліндричного зразка.

Слід зазначити, що оптимальна сила вигладжування рассчит и ється за формулою без урахування товщини стінки деталі, яка значний ь але впливає на величину залишкових напруг.

У таблиці 4.2 наведені рекомендовані розрахункові значення сил вигладжування, що застосовуються для виготовлення вала для згладжує і зміцнюючого режимів P_y^y ($\varepsilon=1,8$; $h_{\text{пр}}=0,011$ для расчета P_y^c и $h_{\text{пр}}=0,015$ для P_y^y).

Таблиця 4.2 - Значення характеристик матеріалу і розрахункових значень сил вигладжування

Матеріал	B, МПа	n	R _{сф} , мм	P_y^c , Н	P_y^y , Н
Х12НМБФШ	1060	0,106	2,0	170	212
			2,5	195	266
			3,0	234	319

Оцінка впливу сили вигладжування на опір втоми була проведена на гладких зразках з різних матеріалів діаметром 10 мм з радіусом галтелі 10 мм. Алмазне вигладжування виробничим інструментом з радіусом сфери 3 мм за один прохід ($S = 0,08$ мм / об).

Як видно з рис. 4.3, максимальне значення коефіцієнта зміцнення досягається для досліджених сталей при силі випрасування а ня близько 300-400 Н. Подальше збільшення сил вигладжування не приводить до підвищення коефіцієнта зміцнення β_y , що можна досягнути з нитку вичерпанням пластичності або перенаклепом деталі.

Результати випробувань на втому пустотілих зразків з робочим діаметром 60 мм і товщиною стінки 4 мм зі сталі 13Х11Н2В2МФШ, оброблених по зовнішній і внутрішній поверхнях алмазним виглажуванням показали, що вигладжування за один прохід інструментом з радіусом сфери 3 мм, силою 200 Н і подачею 0,07мм / об дозволило збільшити межа витривалості в порівнянні зі шліфуванням від 275 до 330 МПа. Вигладжування за два проходи зі збільшеною силою на другому ін про хід до 300 і 250 Н (внутрішня поверхня) і більшою подачею 0,1 мм / об дозволило збільшити межу витривалості до 390 МПа, тобто на 42% в порівнянні з шліфуванням.

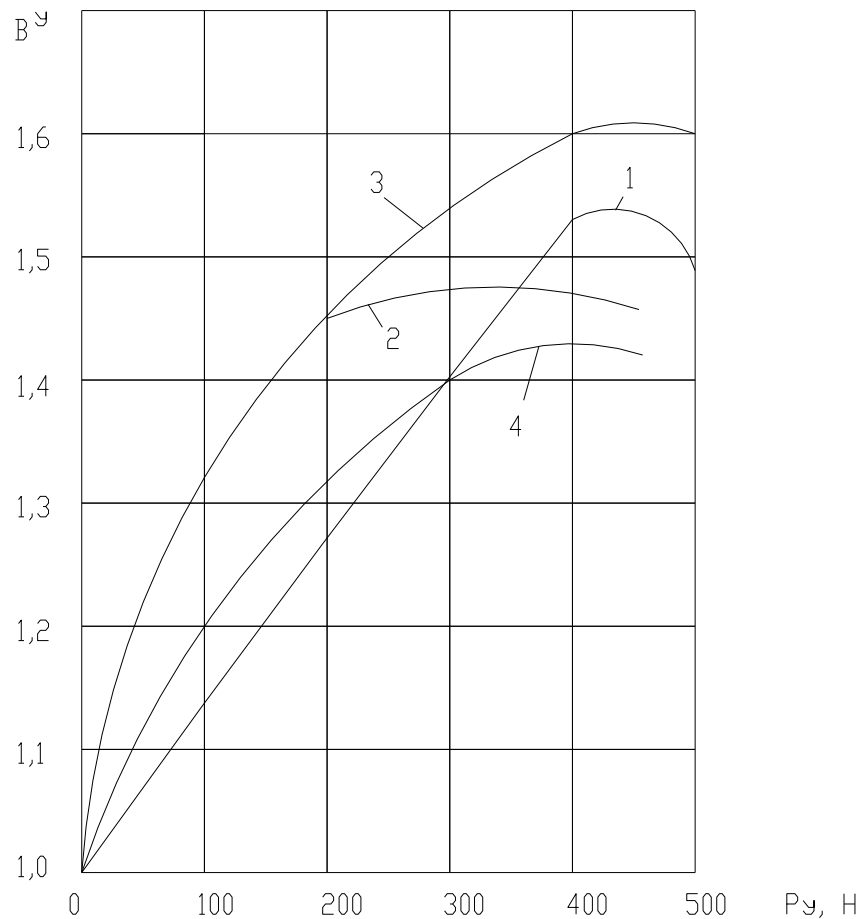


Рисунок 4.3 - Залежності коефіцієнта зміцнення від сили виглажування зразків із сталей і сплавів: 1-40XH2MAШ; 2-13X11H2B2MФШ; 3- XH77TЮP; 4-X12HMBФШ

4.4. Дослідження напружень при алмазному виглажуванні

Численні дослідження показали, що алмазне виглажування за два проходи на однакових режимах незначно змінює властивості поверхневого шару зразків і деталей у порівнянні з зміцнений і їм за один прохід.

Слід зазначити, що таке підвищення опору втоми за рахунок збільшення параметрів наклепу при варіюванні режимів зміцнення, можливо для валів без конструктивних концентраторів напруга є ний.

Товщина стінки вала повинна бути врахована при розрахунку значення P_y , яке для тонкостінних валів необхідно призначати тільки за умови забезпечення необхідної шорсткості. При цьому утворюється сприятливий тиск розподіл залишкових напружень по перерізу вала.

Зменшення діаметра вала істотно залежить від величин сили вигладжування P_y і вихідної шорсткості поверхні. При випрасувування витонченою поверхні вала зменшення діаметральні розмірів знаходиться в межах 8-16 мкм, що необхідно враховувати при призначенні припуску. Вигладжування шліфованих поверхонь вала супроводжується зменшенням діаметральні розмірів всього на 3-4 мкм.

При вигладжуванні внутрішніх поверхонь вала при однакових значеннях сили вигладжування виходить величина стискають залишитися в них напруг вище в порівнянні з залишковими напруженнями на зовнішній поверхні. Мабуть, рівень напружень залежить від обсягу деформованого металу і розмірів площадки контакту між алмазом і поверхнею вала. При вигладжуванні внутрішньої поверхні проти алмаз контактує з увігнутою поверхнею вала. Це значно збільшує майданчик контакту в порівнянні з зовнішньою поверхнею і зменшує величину контактного тиску і відповідно глибину проникнення алмазного інструменту при однакових силах вигладжування. Ця обставина призводить до збільшення обсягу металу, СДВ і Гаєм в тангенціальному напрямку при вигладжуванні зовнішньої поверхні вала по порівнянні вигладжуванням внутрішньої поверхні. Подальша пружна розвантаження буде супроводжуватися зменшенням рівня наведених стискають напруг, особливо при вигладжуванні зовнішньої поверхні.

Алмазне вигладжування тільки внутрішньої поверхні тонкого сотенного вала зі сталі Х12НМБФШ може призводити до несприятливого розподілу залишкових напружень по перерізу стінки. Рівні залишкових стискаючих і розтягуючих напружень залежать від способу носіння товщини пластично і упругодеформованому шарів металу. При

жорстких режимах одностороннє зміцнення внутрішньої поверхні вала призвело до утворення в зовнішньому поверхневому шарі Несприятливі розтягують залишкових напружень, які будуть додаватись з розтягують напруженнями від попередньої зображення. (рисунок 4.4).

При призначенні режимів алмазного вигладжування необхідно враховувати залишковий напружений стан від попереднього зображення і товщину стінки вала.

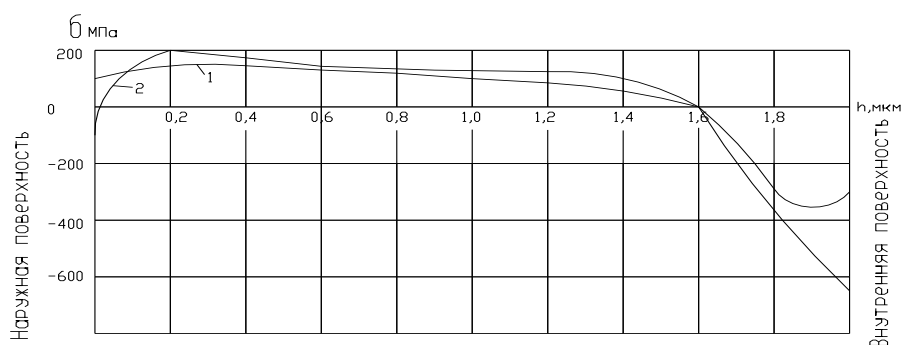


Рисунок 4.4 - Розподіл тангенціальних (1) і осевих(2) залишкових напружень по товщині стінки вала після випрасуваний а ня внутрішньої шліфованої поверхні вала зі сталі X12НМБФШ ($P_y = 200$ Н; $R_{сф} = 2$ мм; $s = 0,08$ мм / об)

При вигладжуванні тонкостінних валів з товщиною стінки до 2 мм сила вигладжування в основному визначає величину стискаючих остаточних напруг у поверхні і величину розтягуючої напруга в пружно деформуємої серцевині.

Для дослідження взяли вал попередньо оброблений чистовим точінням. Алмазне вигладжування виробляли по зовнішній і внутрішній поверхонь з силою P_y рівній 100, 150, 200 Н ($R_{сф} = 2,0$ мм; $S = 0,08$ мм /

об; $V = 1,5 \text{ м / с}$). Після зміцнення з вала вирізали кільця шириною 8 мм, розрізали їх і визначали розподіл залишкових напруг.

Аналіз епюр тангенціальних залишкових напруг (рисунок 4.5) показує, що діамантове вигладжування збільшує їх рівень по сра в рівняно з рівнем при чистовому точінні. У дослідженому діапазоні сил збільшення P_y до 200 Н призводить до підвищення максимального значення стискаючих напруг у відповідно підвищується рівень розтягуючих залишкових напруг в упругодеформованій серцевині.

З огляду на те, що значні за величиною розтягують напруги на глибині близько 300 мкм від поверхні можуть з'явитися причиною зародження втомної тріщини, слід вигладжування тонкостінних валів виробляти по режиму ($P_y = 100-150 \text{ Н}$; $R_{\text{сф}} = 2,0 \text{ мм}$), який забезпечує отримання шорсткості в заданих межах.

Як показали випробування на втому, проведені на універсальній машині УМ-4 при плоскому консольном вигині на базі 10^7 циклів, діамантове вигладжування тільки зовнішньої поверхні трубчастих обра з кінців діаметром 60 мм і товщиною стінки 2 мм зі сталі Х12НМБФШ ін і вело до зниження межі витривалості від 360 до 330 МПа ($P_y = 300 \text{ Н}$; $R_{\text{сф}} = 3,0 \text{ мм}$).

Зразки для випробувань на втому мали на внутрішній шліф про ванну поверхні концентратор напружень у вигляді перехідної поверхні радіусом $R = 1 \text{ мм}$. Зниження опору втоми при зміцненні тільки зовнішньої поверхні сталося через утворення розтягують залишкових напружень на внутрішній поверхні в зоні перехідної поверхні - на місці зародження втомних тріщин.

Для отримання зміцнюючого ефекту на тонкостінних валах необхідно перевести вогнище зародження втомної тріщини з поверхні всередині валу. При цьому нейтралізується негативний вплив на опору втоми концентрації напружень, створюваної слідами виробництва.

Для нейтралізації концентрації напружень внутрішня поверхні зразків в зоні концентратора була зміцнена кульками пневмомоторним методом,

зовнішня поверхня була піддана алмазного вигладжування. Рої цьому межа витривалості збільшився з 360 до 520 МПа, тобто на 44,5%.

Слід зазначити, що на стандартних зразках діаметром 7,5 м із сталі Х12НМБФШ без концентраторів напружень межа витривалості підвищився всього на 26% після вигладжування алмазом з радіусом сфери 3 мм з силою 110 Н і подачею 0,07 мм / об.

Випробування на втому суцільних і порожнистих зразків і валів пок а викликають, що масштабний фактор практично не знижує ефективність алмазного вигладжування, виконаного з раціональними режимами за умови забезпечення равнопрочності зовнішньої і внутрішньої п про верхностей. При цьому ефективність зміцнення порожнистих круглих обра з кінців з концентраторами напружень зі сталі Х12НМБФШ виявилася д а ж вище ефективності зміцнення стандартних гладких зразків.

4.5 Висновки

При обробці тонкостінних валів особливу увагу потрібно приділяти правильній побудові технологічного процесу і призначенням режимів алмазного вигладжування, що супроводжуються утворенням благоприємних стискаючих напруг в поверхневих шарах зовні і всередині валу. Ігнорування цієї умови може призвести до зниженню опору втоми вала в результаті освіти у поверхні залишкових напруг, що розтягують. Так, залишкові растяжки і вающие напруги $\sigma_{ост}$ виникають у зовнішній поверхні (при про д ностороннем зміцненні внутрішньої поверхні тонко про сотенного вала), призводять до того, що $\sigma_{ост}$ і діючі напруги від зовнішніх навантажень утворюють результуюча напруга, що змінюється по асиметричному циклу із середнім напругою $\sigma_m = \sigma_{ост}$ і амплітудою σ_a й з а шатнись знижує межа витривалості.

Таким чином, проведені дослідження показали, що діамантове вигладжування валів ГТД необхідно проводити по зовнішній і внутрішній

поверхонь з метою створення сприятливого епюри залишитися ч них напружень. При призначенні режимів зміцнення необхідно враховувати вид попередньої обробки і геометричні параметри деталі. Вигладжування тонкостінних валів з товщиною стінки до 2 мм необхідно проводити по згладжує режиму з метою отримання необхідної шорсткості ($P_y = 100-150H$).

Перевага алмазного вигладжування - висока продуктивність, налагодження устаткування і технологічного оснащення.

Деталі з поверхнею, обробленої алмазним вигладжуванням, володіють хорошими експлуатаційними якостями: високою зносостійкістю і втомної міцністю.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В процесі виконання дипломної роботи та обробки, аналізу та обчислення отриманих даних використовуються персонально електронно-обчислювальні машини (ПК). Для усунення ризиків травматизму, нещасних випадків та створення безпечних умов роботи необхідно дотримуватися правил техніки безпеки під час роботи на металорізальному обладнанні та за ПК. В даному розділі пояснювальної записки наведений аналіз потенційно небезпечних факторів, що характеризують умови роботи, заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці, а також пожежної безпеки.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

Металорізальні верстати являються складним обладнанням, робота за яким потребує уважності та дотримання правил експлуатації, від чого залежить безпека роботи, довговічність обладнання та точність проведення дослідів.

При роботі на металорізальних верстатах існують наступні потенційні небезпеки фізичного характеру:

- руйнування ріжучого інструменту внаслідок порушення режимів різання, може призвести до отримання порізів, забиття та інших видів ушкодження;
- руйнування ріжучого інструменту внаслідок порушення технологічного процесу може привести до травм різного ступеню важкості робітників або оточуючих людей через загрозу вильоту зруйнованих частин інструменту або деталі з робочої зони;
- при контакті робітника з поверхнями обладнання, оброблюваної деталі або стружки без захисних рукавиць, які мають підвищену температуру ймовірні опіки та пошкодження шкіряного покриву;

- ймовірні травми очей під час виконання робіт без захисних окулярів або щитків;

- ураження електричним струмом у зв'язку з невиконанням правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, відсутності захисного заземлення.

- існує ймовірність захвату одягу робітника при контакті з рухомими частинами фрезерного верстата (шпиндель, стіл), що може призвести до отримання травм різної ступені тяжкості.

- можливе підковування і падіння у випадку забруднення підлоги змащувально-охолоджувальною рідиною та стружкою, що відлітає.

До потенційних небезпек санітарно-гігієнічного характеру відносяться:

- підвищений рівень шуму на робочому місці при роботі обладнання, призводить до розвитку втоми, роздратованості та зниженню уваги;

- запиленість повітря пилом та парами рідин, що виникають при випаровуванні мастил та змащувально-охолоджувальної рідини призводить до подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, та може викликати алергічні захворювання;

- підвищений рівень вібрації обладнання призводить до погіршення чутливості та може стати причиною розвитку віброхвороби, а також спостерігається порушення діяльності центральної нервової системи;

- погана вентиляція, запиленість, висока вологість в приміщенні цеху може призвести до погіршення імунітету та загострення хронічних захворювань у робітників.

До потенційних небезпек, що пов'язані з порушеннями правил пожежної безпеки насамперед можна віднести ймовірність виникнення загорання у зв'язку із-за несправності електрообладнання, короткого замикання, недотримання або порушення правил безпеки обслуговуючим персоналом, може призвести до розповсюдження пожежі.

Робота за ПК пов'язана з впливом великої кількості психофізичних факторів, що впливають на людину:

- довготривалий дискомфорт в умовах недостатньої фізичної активності сприяє передчасному розвитку загальної втоми, зниженню працездатності, а при систематичній безперервній роботі призводить до захворювань периферичної нервової системи: невритів, радикулітів;

- негативний вплив електромагнітних, в тому числі і рентгенівських випромінювань при використанні моніторів персональних комп'ютерів (далі ПК) з електронно-променевою трубкою, що призводить до погіршень зору, зниження імунітету;

- монотонність праці, може привести до гальмування реакцій не тільки під час праці але і після неї;

- тривала робота на ПК при незадовільному освітлені виробничих приміщень може привести до зорової втоми, зниженню здатності розрізняти об'єкти, роздратованості;

Існує ймовірність виникнення надзвичайної ситуації для робітників, майна, приміщень та оточуючого середовища і насамперед може порушити умови життєдіяльності людей та призвести до людських жертв.

5.2 Заходи з забезпечення техніки безпеки

Щоб уникнути механічних та електричних травм під час роботи за обладнанням передбачені заходи по проведенню навчання, перевірки знань з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Для забезпечення безпеки при проведенні дослідів використовується обладнання, що відповідає ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Органи керування верстатом відповідають вимогам ГОСТ 12.2.064-81. ССБТ. «Органы

управления производственным оборудованием. Общие эргономические требования». Робітники повинні дотримуватися правил безпеки при роботі згідно НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила по безопасности труда при обработке металлов резанием». Відповідальність за дотримання справного стану і безпечну експлуатацію металорізального верстату покладається на керівника підрозділу, за яким закріплений верстат.

Для уникнення можливих травм при контакті з рухомими частинами обладнання потрібно передбачати захисні огорожі згідно ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

При проектуванні та експлуатації технологічного обладнання необхідно передбачати застосування пристроїв, які виключають ймовірність контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту (засоби захисту робітників).

Для уникнення травм внаслідок руйнування інструменту необхідно працювати тільки з огороженим інструментом. При проведенні розрахунків на міцність огорож, необхідно враховувати ймовірність вильоту та удару об огорожу заготовок і ріжучого інструменту.

Перед початком роботи потрібно перевірити справність обладнання, гальмівних пристроїв на холостому ході, а також перевірити на справність та наявність дефектів ріжучий інструмент та засоби для закріплення деталей для уникнення ймовірності їх вильоту внаслідок недостатнього закріплення. Не допускати при роботі різних змін режимів різання для того, щоб уникнути можливості руйнування інструменту або порушення закріплення деталі.

Для захисту від можливих порізів, опіків та травм, пов'язаних з вильотом стружки необхідно надати робітнику засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, очей) згідно НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».

Засоби колективного захисту повинні бути передбачені згідно ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация».

Робітник повинен утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його деталями, металевими відходами, сміттям. Під час роботи не вживати алкогольні напої, дотримуватися вимог санітарних норм та правил особистої гігієни.

Для здійснення безпечної, безаварійної та високопродуктивної роботи електроустановок необхідно правильно організовувати їх експлуатацію для уникнення можливості помилок зі сторони обслуговуючого персоналу.

Для усунення ймовірності ураження електричним струмом в лабораторії з електрообладнанням, що здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц, відповідно до вимог «ПУЕ-2014», електрообладнання в приміщенні з ПК, характеризується як електроустановки до 1000 В, передбачаються організаційні та технічні заходи. До організаційних відносять проведення навчання правилам електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». До технічних заходів відноситься захисне заземлення, що передбачається згідно ГОСТ 12.1.030-81 (2001)' ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання механічної ділянки у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

Для вчасного запобігання, вияву та лікування захворювань необхідно регулярно та своєчасно проходити медогляди згідно Наказу міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій». Періодичні медичні огляди мають проводитися раз на два роки комісією в складі: терапевта, невропатолога та офтальмолога, жінки обов'язково оглядаються лікарем акушером-гінекологом. До складу комісії, що проводить

попередні та періодичні медичні огляди, при необхідності (за наявністю медичних показань) можуть залучатись до оглядів лікарів інших спеціальностей.

Під час роботи з ПК потрібно робити перерви на відпочинок тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи, а у випадках, коли обставини не дозволяють застосовувати перерви тривалість безперервної роботи не повинна перевищувати 4 годин.

Для уникнення можливих травм, пов'язаних з захащенням приміщення комп'ютерною технікою, меблями необхідно облаштовувати приміщення згідно ДСанПіН 5.5.6.009-98 «Влаштування і обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режим праці учнів на персональних комп'ютерах».

5.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»).

Загальні санітарно-гігієнічні показники повітря на ділянці відповідають ГОСТу 12.1.005-88. «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Оптимальні значення температури в холодну пору року при виконанні робіт середньої важкості становлять: 18-20° С, в теплу пору року 21-23° С відносну вологість 40-60%, швидкість руху повітря в робочій зоні приміщення повинна не перевищувати 0,2 м/с.

Для запобігання запиленості та загазованості приміщення пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні змащувально-охолоджуючих рідин та мастил необхідно передбачити вентиляційні системи, які повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та

кондиціонування». Вентиляційні системи також повинні відповідати загальним вимогам ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системы вентиляции. Общие требования».

Рівень шуму кімнаті в лабораторії не повинен перевищувати 65 дБ згідно вимог ГОСТ 12.1.003-83«ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». Нормується рівень шуму згідно ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

При організації робочого місця необхідно приймати всі необхідні заходи для зменшення шуму, який впливає на людину на робочих місцях до значень, котрі не перевищують допустимі. Це досягається за рахунок розробки, застосування засобів і методів колективного та індивідуального захисту, використання сучасної техніки з більш меншим виділенням шуму а також це повинно враховуватись при проектуванні підприємств, будівель та споруд різного призначення. ви

Оцінку впливу рівня вібрацій необхідно проводити за ДСТУ ISO 2631-1:2004«Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину».

Необхідно дотримуватися санітарних норм при роботі з наявністю вібрацій згідно ДСН 3.3.6.039-99. «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій». При роботі, яка супроводжується вібраціями необхідно робити перерву через кожні 10-15 хвилин роботи. Потрібно зменшувати вібрації за рахунок застосувань конструктивних і технологічних методів, застосовувати засоби віброізоляції та віброгасіння, своєчасно проводити плановий та попереджувальний ремонт обладнання. Потрібно застосовувати заходи лікувально-профілактичного характеру: професійні та профілактичні огляди, вітамінізація, лікувальні гімнастика та масаж рук.

Правильно спроектоване та виконане освітлення забезпечує можливість нормальної діяльності, зберігає зір людини, стан його центральної нервової системи. В значній мірі від умов освітленості залежить безпека та продуктивність праці.

При проведенні робіт за металорізальним обладнанням необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Освітленість при роботі на верстатах в зоні обробки повинна бути не менше 2 000 лк, що досягається за рахунок місцевого освітлення, яке передбачається конструкцією обладнання.

В приміщеннях передбачено природне та штучне освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк, якщо ці значення неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. Штучне освітлення – освітлення будинків, приміщень, споруд та створення зовнішнього освітлення за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників. Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення. Згідно ДБН В.2.5-28-2006 рівень нормованого освітлення на ділянці становить 200 люкс. Приміщення для роботи з ВДТ та ЕОМ також повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006. Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5 %.

Як джерела світла в разі штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. У разі влаштування відбитого освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях допускається застосування металогалогенних ламп потужністю 250 Вт. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 до 90 град. з вертикаллю в повздовжній та поперечній площинах має становити не більше ніж 200 кд/кв. м, захисний кут світильників - не менше ніж 40 град.

5.4 Трудове законодавство про робочий час та відпочинок працюючих, як один із заходів забезпечення безпеки

Тривалість робочого часу встановлюється законом і не може бути змінена угодою сторін при укладанні трудового договору. Виключення становлять випадки, коли працівники укладають трудовий договір на умовах неповного робочого дня чи неповного робочого тижня, або коли в процесі трудової діяльності вони укладають з власником про роботу в умовах неповного робочого дня чи неповного робочого тижня.

Тривалість робочого часу визначається з таким розрахунком, щоб праця давала можливість розвивати продуктивні сили та необхідний час для відпочинку з метою відновлення сил і енергії. Тому велике значення має правове регулювання робочого часу та часу відпочинку. За допомогою норм трудового права держава вимагає від працівників найбільш ефективно використовувати робочий час, забороняє їм ухилятися від своїх безпосередніх занять, не дозволяє надурочну роботу.

Робочий час – це встановлений законодавством відрізок календарного часу, протягом якого працівник відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку, графіку роботи або умов трудового договору повинен виконувати свої трудові обов'язки.

Конституція України в статті 45 передбачає, що працюючим гарантується встановлена законом тривалість робочого часу.

Тривалість робочого часу встановлюється як у централізованому порядку, так і на рівні локального регулювання. І якщо раніше встановлені на законодавчому рівні норми, що регулюють тривалість робочого часу, були імперативними, то в сучасних умовах спостерігається тенденція колективно-договірного й індивідуального (у рамках трудового договору) регулювання тривалості робочого часу. Так, у відповідності зі ст. 50 Кодексу законів про Працю (далі КЗпП) України нормальна тривалість робочого часу працівників не може перевищувати 40 годин на тиждень. Така тривалість робочого часу

називається нормальним робочим часом. Причому слід зазначити, що передбачені законодавцем гарантії у відношенні граничної тривалості робочого часу поширюються на працівників підприємств усіх форм власності.

У колективному договорі або інших локальних актах можуть бути закріплені як положення про 40-годинний робочий тиждень, так й інші, менші по тривалості норми робочого часу даного підприємства, установи, організації.

Норма робочого часу – це встановлена законом, колективним або трудовим договором для даного працівника тривалість його робочого часу за визначений календарний період – день, тиждень, місяць.

Робочий день – це тривалість робочого часу, вимірювана в годинах і хвилинах протягом доби. Робочий тиждень – тривалість робочого часу протягом календарного тижня. Зазвичай застосовуються два види робочого тижня: 5-денний з двома вихідними днями і 6-денного робочого тижня приймається власником разом із профспілковим органом з урахуванням специфіки роботи, думки трудового колективу і за погодженням з місцевою радою. 40-годинна гранична норма робочого часу повинна дотримуватися при 5 і 6-денному робочому тижні. При 6-денному робочому тижні тривалість робочого дня напередодні вихідного дня не може перевищувати 5-ти годин, а напередодні святкових і неробочих днів – скорочується на одну годину.

Поряд з нормальним робочим часом розрізняють такі види робочого часу, як скорочений і неповний робочий час.

Ненормований робочий день на підприємствах, в установах, організаціях, незалежно від форм власності, може застосовуватися для керівників, фахівців і робітників, а саме:

- для осіб, праця яких не піддається точному обліку в часі;
- осіб, робочий час яких за характером роботи поділяється на частини невизначеної тривалості (сільське господарство);
- для осіб, що розподіляють час роботи на свій розсуд.

На працівників з ненормованим робочим днем поширюється встановлений на підприємстві режим робочого часу. В зв'язку з цим власник або уповноважений ним орган не має права систематично залучати працівників, що працюють з таким режимом, до роботи понад встановлену тривалість робочого часу. Обов'язки працівників з ненормованим робочим днем повинні бути зафіксовані в трудовому договорі, посадових інструкціях, правилах внутрішнього трудового розпорядку таким чином, щоб була передбачена можливість виконувати ці обов'язки, як правило, у межах нормального робочого часу.

Як компенсація за виконаний обсяг робіт, ступінь напруженості, складність і самостійність у роботі, необхідність періодичного виконання службових обов'язків понад встановлену тривалість робочого часу надається додаткова відпустка до 7 календарних днів. На підприємствах, в установах, організаціях, незалежно від форм власності, список професій і посад, на яких може застосовуватися ненормований робочий день, визначається колективним договором. У ньому встановлюється і конкретна тривалість додаткової відпустки по кожному виду робіт, професій, посад, конкретизація відпустки також може встановлюватись в трудовому договорі. Ненормований робочий день варто відрізнити від надурочної роботи.

Законодавством встановлені наступні види часу відпочинку:

- перерви протягом робочого дня (зміни);
- щоденний відпочинок (перерви між змінами);
- вихідні дні (щотижневий відпочинок);
- святкові і неробочі дні;
- відпустки.

Відповідно до закону перерва для відпочинку і харчування надається тривалістю не більше двох годин. Така перерва повинна надаватися, як правило, через чотири години після початку роботи. Час початку і закінчення перерви встановлюється правилами внутрішнього розпорядку. На тих роботах, де через умови виробництва перерву встановити не можна,

працівникові повинна бути надана можливість приймання їжі протягом робочого часу. Перелік таких робіт, порядок і місце приймання їжі встановлюється власником або уповноваженим ним органом за погодженням з профспілковим комітетом. Перерви для відпочинку і харчування не включаються в робочий час і не оплачуються.

При роботі на відкритому повітрі в холодний час за рішенням роботодавця встановлюються перерви для обігріву. При цьому власник або уповноважений ним орган погоджує з профспілковим комітетом кількість і тривалість таких перерв, а також облаштування місць обігрівання. Перерви для обігрівання включаються в робочий час.

Законодавство передбачає, крім обідньої перерви, спеціальні перерви для відпочинку вантажників, що входять у робочий час. Тривалість і порядок надання таких перерв визначається правилами внутрішнього трудового розпорядку.

5.5 Заходи з пожежної безпеки

Пожежі представляють собою велику загрозу життю та здоров'ю працівників та можуть призвести до величезних матеріальних збитків. Питання забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд має велике значення та регламентується спеціальними державними постановами і рішеннями.

Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Ці правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки до будівель, обладнання, майна.

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», механічна дільниця належить до категорії «Д» з

пожежної небезпеки (простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали).

Згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» на механічній дільниці, у приміщенні дослідницької лабораторії, обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класу – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

Причинами пожежі можуть бути: несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження); тривале перевантаження двигунів, приводів; порушення ізоляції, потрапляння іскор або стружки з високою температурою на легкозаймисті матеріали або спецодяг.

Оскільки механічна дільниця та приміщення дослідницької лабораторії, що обладнане ПК з ВДТ, належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачено два виходи, по обидві сторони приміщення, Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу становить 70 метрів.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика

Рекомендується для даної категорії приміщення і класу пожежі оснащувати приміщення порошковими вогнегасниками місткістю 5л в кількості 1 шт згідно «Правила експлуатації та типові норми належності

вогнегасників», затверджені наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстровані в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677. В порошкових вогнегасниках джерелом гасіння є сухий порошок. Призначаються для гасіння твердих, рідких та газоподібних речовин, а також для матеріалів, які тліють. Рекомендуються для гасіння електроустановок з напругою до 1000 В. Зберігати потрібно у вертикальному стані в легкодоступному місці, захищеному від прямих сонячних променів і далеко від нагрівальних приладів.

5.6 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Гідродинамічні аварії

Гідродинамічні аварії і пов'язані з ними надзвичайні ситуації виникають після аварій на гідродинамічних спорудах. Гідродинамічні аварії – це надзвичайна подія, пов'язана з виходом з ладу гідродинамічної споруди чи її частини і некерованим переміщенням великих мас води, які несуть руйнування і затоплення великих територій.

Руйнування гідродинамічних споруд відбувається у результаті дії сил природи (землетрусів, ураганів, розмивання гребель) або впливу людини (нанесення ударів ядерною чи звичайною зброєю по гідротехнічних споруд або по великих природних греблях), а також через конструктивні дефекти чи помилки проектування.

До основних гідродинамічних споруд, руйнування яких призводить до гідродинамічних аварій відносяться греблі, водозабірні і водозбірні споруди (шлюзи).

Греблі-гідротехнічні споруди (штучні чи природні), які створюють різницю рівнів по руслу річки.

Штучні греблі - гідротехнічні споруди, створені людиною для їх потреб, які включають власне греблі гідроелектростанцій, водозаборів в іригаційних системах, дамби, перемички, загати та інше.

Природні греблі створюються дією природних сил, наприклад, у результаті зсувів, селів, лавин, обвалів, землетрусів. Перед греблею вгору по водостоку накопичується вода і утворюється штучне чи природне водоймище.

Ділянка річки між двома сусідніми греблями на річці або ділянка каналу між двома шлюзами називається б'єфом (верхнім чи нижім).

Водоймища можуть бути довгостроковими, наприклад, водойми ще верхнього б'єфа греблі гідроелектростанції, зрошувальної системи, або короткостроковими, які виникають у результаті перекриття ріки рихлим ґрунтом, снігом чи льодом.

Греблі мають водоспуски: для штучних – направлені, для природних – випадково утворених. Прорив греблі є початковою фазою гідродинамічної аварії і являє собою процес утворення прорану і некерованого поттоку води водоймища з верхнього б'єфа, що спрямовується через проран у нижній б'єф.

Проран – вузька протока в тілі греблі, коси, мілині, у дельті річки або спрямлена ділянка річки, яка утворилася в результаті розмиву закруту в повінь.

Хвиля прориву – хвиля, яка утворюється у фронті потоку води, що спрямовується в проран, і має значну висоту гребеня, швидкість руху і велику руйнівну силу.

Висота хвилі прориву і швидкість її поширення залежить від розміру прорану, різниці рівнів води у верхньому та нижньому б'єфі, гідрологічних і топографічних умов русла річки і її заплави. Швидкість посування води прориву коливається в межах від 3 до 25 км/год, а для гірських і до 100 км/год. Висота хвилі прориву знаходиться в діапазоні від 2 до 12 метрів. Основним наслідком аварії є катастрофічне затоплення місцевості.

Катастрофічне затоплення – це гідродинамічне лихо, яке є результатом руйнування штучної чи природної греблі і полягає в стійкому затопленні хвилею прориву нижче розташованої місцевості і виникнення повеня. Характеризується параметрами:

- Максимально можливими висотою і швидкістю хвилі прориву;

- Розрахунковим часом приходу греблі і фронту хвилі прориву у відповідний створ;

- Межами зони можливого затоплення;
- Максимальною глибиною затоплення конкретної ділянки;
- Тривалістю затоплення.

Великі території затоплюються шаром води від 0.5 до 10 метрів, тривалість затоплення може коливатися від 4 годин до декількох діб. Параметри зони затоплення залежать від розмірів водоймища, напору води й інших характеристик конкретного гідровузла, а також від гідрологічних і топологічних особливостей місцевості. Прогнозування часу прориву базується на прогнозуванні підйому води до 80-85% висоти перемички водоймища з урахуванням даних прогнозу найближчої метеостанції.

Наслідками гідродинамічних аварій є: ушкодження і руйнування гідровузлів та короткочасне чи довгострокове припинення виконання ними своїх функцій; ураження людей і руйнування споруд хвилею прориву; затоплення великих територій.

Найтяжчими наслідками є катастрофічні затоплення. Масштаби наслідків залежать від параметрів і технічного стану гідровузла, характеру і розмірів руйнувань греблі, обсягу запасів води у водосховищі, характеристик хвилі прориву і катастрофічної повені, рельєфу місцевості, сезону і часу доби події. Основними факторами катастрофічного затоплення є руйнівна хвиля прориву, водяний потік і спокійні води, які затопили територію суші й об'єкти. Дія хвилі прориву схожа на дію ударної хвилі під час вибуху. Істотними відмінностями цих вражаючих факторів є набагато менша швидкість і вища щільність речовини в хвилі прориву.

Під час великих гідродинамічних аварій переривається подача електроенергії в енергетичних системах, припиняється функціонування іригаційних та інших водогосподарських систем, об'єктів ставкового рибного господарства, руйнуються чи опиняються під водою. Населені пункти і промислові підприємства, виводяться з ладу комунікаційні та інші елементи

інфраструктури, гинуть посіви і худоба, виводяться з сільського господарювання угіддя, порушується життєдіяльність населення.

Вторинними наслідками є забруднення води і місцевості речовинами зі зруйнованих сховищ, промислових і сільськогосподарських підприємств, масові захворювання людей і тварин, аварії на транспортних магістралях, зсуви і обвали.

Довгострокові наслідки пов'язані із залишковими факторами затоплення – наносами, забрудненнями, зміною елементів природного середовища.

В цілому, наслідки характеризуються величиною збитків, які наносяться народному господарству.

5.7 Висновки

В ході роботи був проведений аналіз потенційних небезпек, які можуть виникнути при проведенні дослідів у лабораторії та роботі на ділянці механічної обробки деталей. Аналіз показав, що робота супроводжується значною кількістю факторів, які створюють небезпеку та можуть призвести до негативних наслідків у разі недотримання правил и вимог техніки безпеки. Заходи щодо забезпечення техніки безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці, а також пожежної безпеки з урахуванням вимог нормативних документів та стандартів забезпечать безпечні та комфортні умови для виконання дослідницьких робіт та експериментів при роботі за використовуваним обладнанням.

ВИСНОВОК

В ході написання дипломного проекту розроблена і оформлена документація на технологічний процес виготовлення валу ротора компресора низького тиску 3^x-вального турбореактивного 2^x-контурного двигуна Д-36.

Обрано серійний тип виробництва і серійно-поточна форма організації, розраховане кількість заготовок в партії для одночасного про го запуску.

Вибрано і обґрунтовано спосіб отримання заготовки і маршрут виготовлення вала. Розраховані припуски на механічну обробку і підібрані оптимальні режими різання і норми часу, які відповідають сучасним нормативним документам і суттєво знизили витрати коштів і часу.

Виконано проектування і розрахунок робочих і контрольних пристосувань. Внесено суттєві зміни в конструкції існуючих пристосувань спрямовані на механізацію та автоматизованої дію пристосувань, які знижують витрати часу.

У спеціальній частині розглянуті технологічні можливості зміцнення вала компресора алмазним вигладжуванням. Обрані режими, інструмент та вивчені напруження, що виникає при алмазного вигладжування.

Здійснено заходів технічного, санітарно-гігієнічні, правового та організаційного порядку, спрямовані на оздоровлення умов праці. Розглянуто заходи щодо цивільної оборони.

У дипломному проекті розкрито основні теоретичні положення, всі необхідні пояснення, розрахункові формули, ескізи і детальні розрахунки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіабудування і машинобудування для студентів спеціальностей "Технологія машинобудування" та "Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів" усіх форм навчання. /Склали: Яценко В.К. та ін.-Запоріжжя, ЗДТУ, 2000. 245с.
2. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.1,-М.:Машиностроение.1985; 656с., ил.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. "Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении". Справочник технолога.- М.:Машиностроение, 1976.-288с., ил.
4. Баранчиков В.С. "Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания",-М.:Машиностроение, 1978.-356с.
5. "Режимы резания металлов" Справочник под ред. Барановского Ю.В. - М.:Машиностроение, 1972.-408с., ил.
6. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.2,-М.:Машиностроение.1985; 496с., ил.
7. Стружестрах Е.И. "Справочник нормировщика машиностроителя", т II-М.:Машиностроение,1961.-892с., ил.
8. Руденко П.А. и др. "Проектирование и производство заготовок в машиностроении".-К.: Вища школа., 1991.-247с., ил.
9. "Обработка металлов резанием: Справочник технолога" / А.А. Панов, В.В. Аникин. Н.Г. Бойм и др. под общ.ред. А.А. Панова.- М.:Машиностроение.1988.-736с.: ил.
10. "Спарвочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.1,-М.:Машиностроение,1979,-728с., ил.
11. "Спарвочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.2,-М.:Машиностроение,1979,-559с., ил.

12. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. "Курсовое проектирование по технологии машиностроения", -Мн.:Выш.школа, 1983.-256., ил.
13. "Справочник нормировщика"/А.В. Ахумов и др.- Л.:Машиностроение, 1986.-458., ил.
14. Маталин А.А. "Технология машиностроения"-Л.:Машиностроение, 1985.-496с., ил.
15. "Технология машиностроения (специальная часть)", А.А. Гусев и др.-М.: Машиностроение ,1986.-480с., ил.
16. Горошкин А.К. "Приспособления для металлорежущих станков". Справочник - М.:Машиностроение,1979.303с., ил.
17. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. "Станочные приспособления" - М.: Машиностроение, 1973.-344с.
18. Ансеров М.А. "Приспособления для металлорежущих станков". -Л.: Машиностроение,1975.-656с.
19. Кузнецов Ю.И. и др. "Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник". - М.:Машиностроение,1990-512с., ил.
20. "Справочник инструментальщика" И.А. Ординарцев и др.- Л.: Машиностроение,1987-846с., ил.
21. Егоров М.Е. "Основы проектирования машиностроительных заводов: Учебник".-М.:Высш.шк.,1969.-480с.
22. В.А Богуслаев, В.К. Яценко, В.Ф.Притченко "Технологическое обеспечение и прогнозирование несущей способности деталей ГТД"-К.:АН Украины,1993.,332с.
23. "Допуски и посадки: Справочник" под ред. Мягкова ВД., т.1-Л.: Машиностроение,1978-544с., ил.
24. "Допуски и посадки: Справочник" под ред. Мягкова ВД., т.2-Л.: Машиностроение,1978-545с., ил.
25. Москальова В.М. «Основы охорони праці»:Підручник.-К.:ВД «Професіонал», 2005.-6

