



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект

Діюча викладач поверхневого
 змичування. На підказати тему дипломного проекту (роботи)
 Виконавець: студент КВТТТД

Студент Єршов О. В.

Спеціальність «131 Термодинаміка механіка», група МЗ-МЗМ

Обсяг проекту 108

Кількість аркушів креслень 10,5

Кількість сторінок пояснювальної записки 108

а) короткий зміст проекту та прийнятих рішень

в роботі
 спроектована така об'ємна деталь
 одружувана пресом різними

б) висновок про відповідність проекту завданню

магістерської роботи відповідає зав-
 данню

в) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту,
 рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим
 методам роботи

розділ магістерської роботи не повністю
 відповідає останнім досягненням
 науки та техніки

г) негативні особливості виконання проекту

у розробках -
 не вказано відсутній розділ САПР та роз-
 кресло, єсть НТД, а також недостатньо вико-
 реєструвати матеріал НТД для деталей, кресленнях терм-
 динаміки

д) позитивні особливості

включає

термодинаміка -
 турбо

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту
виготовлене графічне зображення має
задачу; у записці до проекту описано
методи, засоби, засоби, засоби
примення і розрахунок робіт.

е) відгук про роботу загалом
виготовлене певною освітньою кваліфікацією
керівник.

ж) інші зауваження
примення графічних засобів

з) оцінка проекту
виготовлене певною освітньою кваліфікацією

Рецензію склав доц. кафедри ТМБ Пуховський Г.В. (посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

« » грудня 2018 р.

[11:28:34] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №632 [3] (200059 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:28:35] Bi Найдено 1% совпадений по адресу: <http://web-mechanic.ru/literatura/kosilova-spravochnik-tekhnologa-i-mashinostroitelnya.html>

[11:28:36] Страница запроса №718 [1] к поисковой системе недоступна по причине защиты от автопоиска (Rambler)

[11:28:41] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №657 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:28:43] Yah Найдено 2% совпадений по адресу: <https://core.ac.uk/download/pdf/51417959.pdf>

[11:28:43] Страница запроса №723 [1] к поисковой системе недоступна по причине защиты от автопоиска (Rambler)

[11:28:44] Co Найдено 1% совпадений по адресу: <http://lozinskyi.vk.vntu.edu.ua/file/Disciplini/9932da44ad9d17fcdfb164b55f0fa155.pdf>

[11:29:05] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №662 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:29:49] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №667 [3] (200043 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:30:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №672 [3] (200059 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:36:17] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №677 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:36:26] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №682 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:36:50] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №687 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:37:01] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №692 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:37:12] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №697 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:37:36] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №702 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:37:47] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №707 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:38:02] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №712 [3] (200060 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:38:35] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №717 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:38:43] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №722 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:38:43] Тип проверки: *Стандартная*

[11:38:43] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 25%)**

[11:38:43] **Уникальность текста 74%[©]** (Проигнорировано подстановок: 0%)

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Єфімов О.В., провів зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

17.12.2018р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)
Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Друшій (магістерський)
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Оцінка впливу поверхневого змичування
на опір малоциклової втомки при виготовленні
диска V ступені КВТ ГТД

Виконав: студент 6 курсу, групи Мз-113 м
спеціальності (напряму підготовки)
131 Прикладна механіка
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Єршов О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Кондратюк Е.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Пужальська Т.В.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технології машинобудування
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 131 Технології машинобудування
 (код і назва)
 напрям підготовки 131 Трикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

П. М. Б

доц. Дядя С. І.
 "19" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Єрішов Олег Віталійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Оцінка впливу поверхневого зм'ягчення
на опір малоциклової втомки при виготовленні
диска V ступені КВТ ГТД

Відповідає проекту (роботи) Кондратюк Е. В. доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" 12 2018 року № 327

Строк подання студентом проекту (роботи)

Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі диск V ступені КВТ ГТД

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно зробити) Технологічна частина, конструкторська частина,
технологічне завдання, проектування механічної ділки,
корона праці та безпека у надзвичайних
ситуаціях

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

Креслення деталі диск V ступені КВТ, креслення заготовки,
креслення шарику виготовлення деталі, розрахунково
технологічна карта, робоче пристосування, контрольне
пристосування, креслення ділки обробки дисків

100

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прий викон завда
Технічна ч.	Кондратюк Е. В.	<i>[Signature]</i> 08.02.18	<i>[Signature]</i>
Конструкт.	Кондратюк Е. В.	<i>[Signature]</i> 08.02.18	<i>[Signature]</i>
Проект. дів.	Кондратюк Е. В.	<i>[Signature]</i> 08.02.18	<i>[Signature]</i>
Спец. завд.	Кондратюк Е. В.	<i>[Signature]</i> 08.02.18	<i>[Signature]</i>
Особна прац.	Шмирко В. І. к.т.н. доц.	<i>[Signature]</i> 10.10.18	<i>[Signature]</i>
Н. контроль	Терлашев А. І. ст. викладач	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Кондратюк
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

. ПЗ: 108 с., 10 табл., 5 рис., 8 джерел, 2 додатки.

Об'єкт дослідження –технологія виготовлення диска V ступені КВТ ГТД

Мета роботи – Оцінка впливу поверхневого зміцнення на опір малоциклової втоми при виготовленні диска V ступені КВТ ГТД

Метод дослідження – метод випробувань малоциклова втома з жорстким навантаженням в умовах чистого згину.

Метою магістерської роботи є Оцінка впливу поверхневого зміцнення на опір малоциклової втоми при виготовленні диска V ступені КВТ ГТД. Ооб'ємний обсяг механічної роботи виконується на токарних та свердлильних операціях .Важливу роль у виготовленні диска V ступеню КВТ ГТД є протяжка пазів за рахунок яких відбувається кріплення інших елементів.

Графічна частина проекту складається з робочого креслення диска V ступені КВТ ГТД, заготовки, креслень токарного та свердлильного пристосувань для точіння профілю й обробці отворів, контрольного для перевірки паралельності, планування обладнання на ділянці,маршруту виготовлення деталі.

Альбом технологічних карт оформлений окремим томом. Він включає розробку технологічного процесу обробки диска V ступені КВТ ГТД.

ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПЛАН ОБРОБКИ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ДИСК V СТУПЕНІ КВТ ГТД.

Зміст

РЕФЕРАТ.....	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Опис конструкції, умов роботи і службового призначення деталі	9
1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт.....	12
1.3 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки.....	12
1.4 Проектування плану обробки.....	17
1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів	28
1.6 Розрахунок режимів різання.....	33
1.7. Визначення норм часу і одній- калькуляційного часу	53
1.8 Розробка РТК УП.....	58
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	63
2.1 Проектування сверлильного пристосування	63
2.2 Проектування котнрального пристрою	68
3 ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ	71
3.1 Визначення необхідної кількості обладнання	71
3.2 Розрахунок чисельності основних робочих операторів.	75
3.3 Циклограма багатOVERстатного обслуговування.....	77
3.4 Планування технологічного обладнання і робочих місць	77
4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	79
4.1 Аналіз літературних джерел.....	79
4.2 Методика випробувань	80
4.3 Принцип роботи установки	80
4.4 Результати досліджень.....	81
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	83
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	83
5.2 Забезпечення техніки безпеки.....	84
5.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	87
5.4 Заходи з пожежної безпеки	93
5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	95
ВИСНОВОК	104
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	105
ДОДАТОК А.....	106
ДОДАТОК Б	107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГТД - газотурбінний двигун

ПША - псевдозрідений шар абразиву

КГШП - кривошипний гарячештамповочний прес

МО – механічна обробка

ППТЯ - послідовність показників точності і якості

КВП – контрольні вимірювальні пристосування

ТП – технологічний процес

МОП – маршрут обробки поверхонь

МОР – мастильно охолоджувальна рідина

КВТ – компресор внутрішнього тиску

ВСТУП

Перехід до ринкової економіки позитивно вплинув на розвиток авіаційної промисловості. Про те зі збільшенням попиту також виросла конкуренція. Для забезпечення конкурентоспроможності авіаційної техніки і подальшого розвитку необхідно підвищити експлуатаційні характеристики газотурбінних двигунів: енергоозброєності, ресурсу, надійності і економічності при одночасному забезпечення ефективності їх серійного виробництва.

Реалізація поставленого завдання супроводжується ускладненням конструкції виробу, посиленням норм точності, оптимізацією запасів міцності деталей, застосуванням нових матеріалів, що в свою чергу вимагає вишукування технічних рішень, спрямованих на зниження собівартості виготовлення як деталей і вузлів, так і всього виробу в цілому. Необхідно також підвищувати надійність найбільш навантажених деталей газотурбінних двигунів (ГТД), що в свою чергу дозволить підвищити надійність всього двигуна. З метою зниження собівартості виготовлення двигунів, доцільно проводити автоматизацію окремих технологічних.

Пріоритетними напрямками при вирішенні поставленого завдання в даний час і в найближчому майбутньому є:

- підвищення технологічності конструкції створюваних виробів;
- розробка безвідходних і малоенергоємних технологій;
- застосування безприпускних в тому числі і складових заготовок;
- розробка і впровадження прогресивних методів механічної, електричної та світлопроменевої обробки важкооброблюваних сталей і сплавів;
- використання високопродуктивного і точного обладнання;
- механізація ручної праці;
- автоматизація трудомісткого контролю;
- застосування ефективних оздоблювальних, зміцнюючих і обробно-зміцнюючих методів обробки навантажених деталей ГТД, з метою підвищення їх надійності за рахунок резервів міцності матеріалу;
- поліпшення планування і організації виробництва.

З урахуванням викладеного, був розроблений технологічний процес виготовлення дисків V ступеня КВТ двигуна Д-18Т і спроектована ділянка його виготовлення в серійному виробництві.

Метою магістерської роботи є – Оцінка впливу поверхневого зміцнення на опір малоциклової втоми при виготовленні диска V ступені КВТ ГТД. Для цього потрібно вирішити наступні завдання; визначення способу отримання заготовки, розрахунок припусків, режими різання, проектування пристосувань робочих та вимірювальних, проектування виробничої ділянки,

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції, умов роботи і службового призначення деталі

Диск 5 ступеню КВТ, що виготовляється з поковок сплаву ХН73МБТЮ-ВД, є цілісною конструкцією і призначений для створення окружної та осьової швидкості на лопатковому вінці робочого колеса з метою підвищення ступеня стиснення, що нагнітається в газоповітряному тракті.

Диск має перетин складної форми з перепадами товщини в широких межах: від 17,7 мм до 2,4 мм в найбільш тонкій частині діафрагми полотна, не рахуючи частини, що містить лабіринти довжиною 51,6 мм. Зовнішні діаметри деталі на виході потоку з робочого колеса складають відповідно 712,52 мм і 709,2 мм. За обода диска розташовано 147 пазів типу «ластівчин хвіст», простягнутих під кутом 50° до торців диска. У площині диска площина симетрії паза має зміщення відносно центру обертання диска для часткової компенсації згинального моменту на лопатках.

У конструкції ГТД диски, що працюють в умовах високих окружних швидкостей і в досить широкому інтервалі температур, відносяться до одних з найбільш навантажених деталей ротора. При роботі турбомашин в дисках осьових компресорів і газових турбін виникають такі навантаження:

- напруги від відцентрових сил маси самих дисків і маси встановлених лопаток;
- температурні напруги, що викликаються нерівномірним нагріванням дисків по радіусу і товщині;
- напруги від сил газів, що викликають вигин дисків;
- напруги, що викликаються високочастотною вібрацією дисків.

Компресорні диски зазвичай мають складну форму поперечного перерізу, невелику товщину (в співвідношенні з діаметром) і працюють в умовах циклічної

зміни параметрів двигуна (частоти обертання і температури). Крім того робота авіаційних ГТД пов'язана з дією змінних динамічних навантажень.

Експлуатація диска в складі двигуна на режимі «зліт» супроводжується підвищенням робочої температури на ступені до $550 \dots 600^\circ \text{C}$ і виникненням номінальних окружних напружень в ободній частині порядку $240 \dots 260 \text{ МПа}$. Але час роботи на режимі «зліт», як відомо, становить лише кілька відсотків від усього ресурсу ГТД. А сплав ХН73МБТЮ-ВД, згідно з технічними умовами має високі характеристики міцності та пластичності, розрахований на збереження цих характеристик при тривалій роботі в умовах підвищених температур ($700 \dots 750^\circ \text{C}$). Проте, не дивлячись на такий значний запас по температурі і напруженням, при стендових випробуваннях і експлуатації ГТД неодноразово мали місце випадки дострокового знімання виробу з експлуатації у зв'язку з передчасним вичерпанням дисками V ступеня КВД свого ресурсу, яке наступало в результаті утворення втомних тріщин на поверхнях конструктивних елементів обода- в гострих кутах міжпазових виступів.

При виготовленні даної деталі, яка характеризується великим обсягом механічної обробки, основними формотворними операціями є точіння, обробка осевих отворів. На заключному етапі технологічного процесу проводиться протягування пазів і слюсарна обробка кромки. Після цього ободну частину і пази диска протягом $4 \dots 8$ хв обробляють в псевдозрідженому шарі абразиву (ПША) на спеціальній установці при обертанні деталі з окружною швидкістю $30\text{--}35 \text{ м / с}$. Призначення обробки ПША- поліпшення мікрорельєфу, видалення слідів ріжучого інструменту і задирок. Необхідна шорсткість торцевих і діаметральних поверхонь $Ra \ 2,5 \dots 1,25 \text{ мкм}$, робочих поверхонь пазів $Ra \ 1,25 \text{ мкм}$, заокруглення кромки по торцях пазів приймають за зразком.

Умови роботи дисків зумовлюють вибір матеріалів для їх виготовлення. Диск 5 ступені КВД виготовляють з жароміцного сплаву на нікелевій основі.

Матеріал диска - ХН73МБТЮ-ВД відповідає вимогам експлуатації, що сприяє надійній роботі двигуна протягом тривалого періоду.

Жароміцний сплав ХН73МБТЮ-ВД складається з таких хімічних елементів:

Таблиця. 1.1 - Хімічний склад сплаву ХН73МБТЮ-ВД

Хімічний елемент	Склад, %
1	2
C	0,04-0,08
Cr	13,0-15,0
Nb	2,4-2,8
Mo	4,5-5,5
Co	9,0-11,0
Ti	2,4-2,8
Al	1,3-1,7
Fe	до 1,0
W	до 0,2
Si	до 0,3
Va	до 0,2
Mn	до 0,4
La	до 0,1
Cl	до 0,01
L	2
B	до 0,01
S	до 0,01
P	до 0,015
Cu	- до 0,07

Основний легуючий елемент - хром, підвищує твердість і стійкість до корозії. Зі збільшенням вмісту хрому збільшуються характеристики жароміцності. При додаванні в сплав кобальта підвищується теплостійкість, марганець впливає на зменшення коефіцієнта лінійного розширення і ймовірність виникнення тріщин. Молібден підвищує міцність і ударну в'язкість сплаву.

Щільність сплаву $\rho = 8320 \text{ кг / м}^3$.

Після термообробки жароміцний сплав набуває такі фізико-механічні властивості:

- межа міцності - $G_b = 1100 \text{ МПа}$
- відносне подовження $-\delta = 13\%$

- відносне звуження - $\Psi = 14\%$

1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт

Вибір типу виробництва здійснюється виходячи з річної програми випуску деталей. Для річної програми випуску $N = 490$ шт. і маси деталі 29 кг тип виробництва буде серійним.

Форма організації робіт в машинобудівному виробництві, як правило, є поточна.

Поточна форма - це така організаційна форма виробництва, при якій деталі надходять на ділянку партіями.

Запуск заготовок у виробництво здійснюється партіями з певною періодичністю, яка є ознакою серійного виробництва. Кількість заготовок в партії для одночасного запуску визначається за формулою, шт. .:

$$n = \frac{a \cdot N}{253} \quad (1.1)$$

де $a = 5$ днів - періодичність запуску деталей у виробництво або кількість днів, на які необхідно забезпечити запас деталей для роботи складального цеху;

N - річна програма випуску;

253 - кількість робочих днів у році; $n = \frac{5 \cdot 490}{253} = 10 \text{ шт.}$

1.3 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Виходячи з особливостей конструкції деталі, її розмірів, технічних умов на її виготовлення і серійним типом виробництва заготовку можна отримати штампуванням на кривошипному гарячештамповочному пресі (КГШП) або штампуванням на молотах. Остаточний метод отримання заготовки приймається після економічного комплексного розрахунку собівартості кожної заготовки.

На КГШП отримують поковку складної форми масою до кількох сотень кілограм, ближчі за формою до готової деталі з більш точними розмірами, ніж при штампуванні на молотах. Більш докладна конструкція штампів забезпечує меншу

величину зміщення половинок штампа, зменшення припусків (на 20 ... 30%), напусків, штампувальних нахилів (в 2 ... 3 рази), допусків і, як наслідок, - збільшення коефіцієнта використання матеріалу.

Для проектованої поковки необхідно встановити такі характеристики:

1. Клас точності виготовлення встановлюється в залежності від виду обладнання: Т4- підвищений клас точності [3, т.5.10, с. 40]
2. Групу сталі поковки визначають за вмістом вуглецю (С,%) і за сумарною частиною легованих елементів. Призначаємо МЗ.
3. Розрахункова маса поковки:

$$M_{n.p.} = K_p \cdot M_{\partial} \quad (1.2)$$

$$V_{\partial} = \frac{\pi}{4} [(71,252 - 22)^2 5,16 - (64,5 - 36,1)^2 4,04 + (32 - 23)^2 0,45 - (71,252 - 69)^2 (5,16 - 1,77) - \\ - 36,1^2 3,14 - (67,2 - 32,025)^2 0,45 - (70,82 - 67,6) \left(\frac{1,77 - 0,8}{2} \right) - (69,55 - 67,6)^2 0,3 - \\ - (71,152 - 67,3 + 0,22)^2 (4,29 - 5,16 - 1,77) - 36(0,85^2 0,4) - 18(1^2 0,7) - 18(0,85^2 0,7) - \\ - 36(0,87^2 0,35) - 147(2 \cdot 0,44 \cdot 0,616)] = 4486,7 \text{ см}^3$$

$$M_{\partial} = V_{\partial} \rho = \frac{4486,7 \cdot 8,32}{1000} = 29 \text{ кг}$$

$$M_{n.p.} = 1,8 \cdot 29 = 52,5 \text{ кг}$$

Потім визначаємо вихідний індекс поковки: J = 17 [3, дод. 3, с. 56]

За [3, т.5.11, с.43] визначаємо припуск на механічну обробку в залежності від вихідного індексу і габаритного розміру:

$$d1 = 712,52 + 2 \cdot 4 = 720,5 \text{ мм}$$

$$d2 = 690 + 2 \cdot 4 = 698 \text{ мм}$$

$$d3 = 645 - 2 \cdot 4 = 637 \text{ мм}$$

$$d4 = 361 + 2 \cdot 3,8 = 368,6 \text{ мм}$$

$$d5 = 672 - 2 \cdot 4 = 664 \text{ мм}$$

$$d6 = 320,25 + 2 \cdot 3,8 = 327,85 \text{ мм}$$

$$d7 = 230 - 2 \cdot 3,2 = 223,6 \text{ мм}$$

$$l_1 = 17,7 + 2 \cdot 2,5 = 22,5 \text{ мм}$$

$$l_2 = 51,6 + 2 \cdot 2,7 = 57 \text{ мм}$$

$$l_3 = 25 + 2,5 = 27,5 \text{ мм}$$

$$l_4 = 4,5 + 2,5 = 7,5 \text{ мм}$$

$$l_5 = 7 + 2 \cdot 2,5 = 12 \text{ мм}$$

1. Ступінь складності поковки 3 визначається за формулою:

$$C = \frac{M_n}{M_f} \quad (1.3)$$

де МП масса поковки;

Мф- маса геометричної фігури мінімального обсягу, в яку вписується поковка.

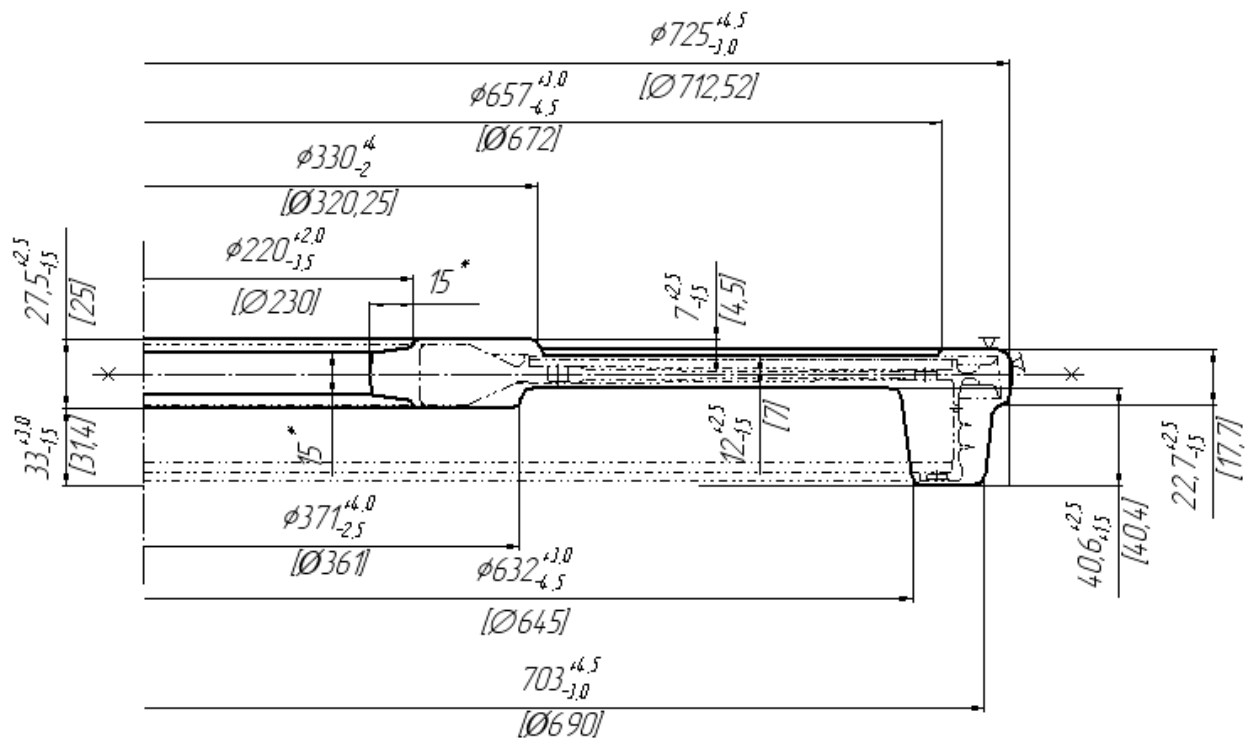


Рисунок 1.1 – Ескіз заготовки-штампування на КГШП

$$V_{II} = \frac{\pi}{4} [(72,5 - 23,5)^2 \cdot 5,8 - (63,2 - 37,1)^2 \cdot 4,06 + (33 - 22)^2 \cdot 0,6 - (72,5 - 70,3)^2 \cdot (5,16 - 2,27) - 37,1^2 \cdot 3,3] = 6725,55 \text{ см}^3$$

$$M_{II} = \frac{6725,55 \cdot 8,32}{1000} = 43,9 \text{ кг}$$

$$M_f = \frac{\pi \cdot (72,5 - 23,5)^2}{4} \cdot (2,75 + 3,3) \cdot \frac{8,32}{1000} = 94,87 \text{ кг}$$

$$C = \frac{43,9}{94,87} = 0,46, \text{ тоді}$$

Ступінь складності С2

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{ИМ} = \frac{M_3}{M_0} = \frac{29}{43,9} = 0,66 \quad (1.4)$$

Розглянемо другий метод отримання заготовки - штампування на молоті.

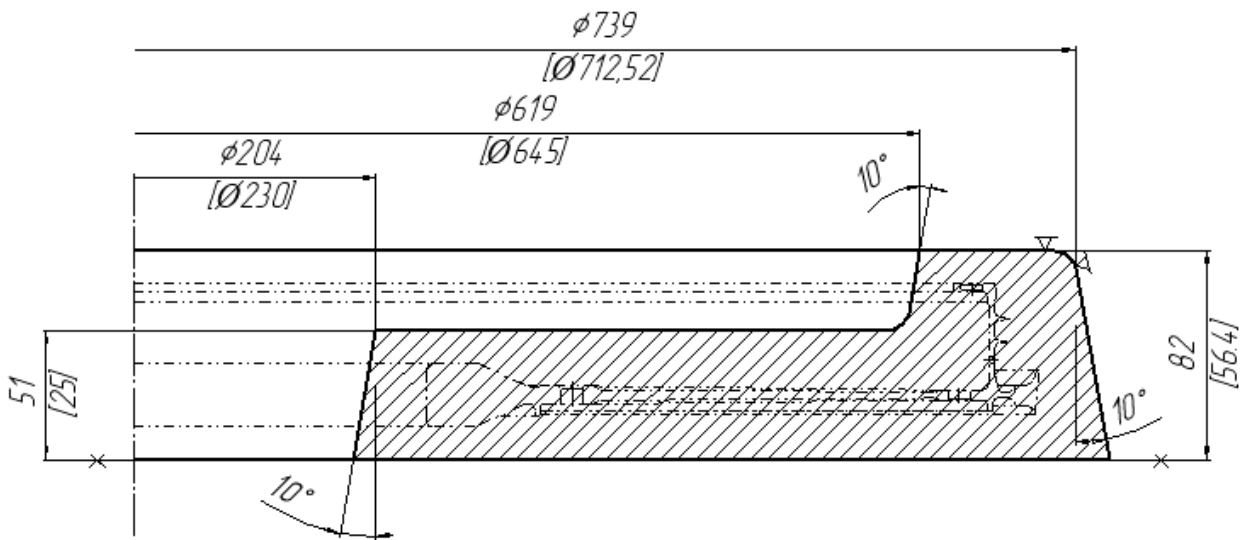


Рисунок 1.2- Ескіз заготовки-штампування на молоті

Характеристики кованої заготовки:

1. Група складності 1, так як $Н_0 \leq 0,25D$ [2, с.94]

2. Група серійності 1

3. Маса заготовки: «Припуски і допуски ГОСТ 7829-70»

$$M_3 = \frac{V \cdot \rho}{4} \left[(73,9 - 20,4)^2 \cdot 5,1 - (73,9 - 61,9)^2 \cdot 3,1 \right] \cdot 8,32 / 1000 = 92 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{ИМ} = \frac{29}{92} = 0,32$$

Економічне обґрунтування запропонованого варіанту заготовки ґрунтується на визначенні:

$$C_3 = 1000 \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_N - (Q - q) \cdot \frac{C_{омх}}{1000} \quad (1.5)$$

де Q, q - маса заготовки і готової деталі;

Z - базова собівартість виготовлення, грн.;

K_M - коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

K_T - коефіцієнт, що враховує клас точності заготовки;

K_C - коефіцієнт, що враховує групу складності заготовки;

K_Z - коефіцієнт, що враховує масу заготовки;

K_N - коефіцієнт, що враховує програму випуску заготовки;

$S_{отх} = 2160$ грн. - вартість відходів (стружка);

Порівняємо два методи отримання заготовки: штампування на КГШП і штампування на молоті.

Таблиця. 1.3 - Порівняльні показники за варіантами.

Показники	Позначення	Одиниці виміру	Варіант	
			1	2
1	2	3	4	5
Припуск на сторону	z	мм	3	14
маса деталі	q	кг	29	29
маса заготовки	Q	кг	43,9	92
Базова ціна за 1т заготовки	C_B	грн.	681920	670000
коефіцієнти	K_M		1,0	1,0
	K_T		1,8	1,8
	K_C		0,89	0,81
	K_Z		0,75	0,75
	K_N		1,0	1,0
Вартість 1т стружки	$S_{отх}$	грн.	2160	2160
Вартість 1 заготовки	C	грн.	17191	38407
Коефіцієнт використання матеріалу	η		0,66	0,25

Собівартість заготовки, яка виготовлена штампуванням на КГШП:

$$C_3 = \frac{681920}{1000} \cdot 43,9 \cdot 1,0 \cdot 1,8 \cdot 0,89 \cdot 0,75 \cdot 1,0 - (43,9 - 29) \cdot \frac{2160}{1000} = 35936 \text{ грн.}$$

$K_T = 1,0$ - [4, т. 1.24, с. 18] для 4-го класу точності поковки;

$K_M = 1,8$ - [4, т. 1.25, с. 18] для високолегованої сталі;

$K_c = 0,89$ - [4, т. 1.26, с. 18] для високолегованої сталі і 2-го ступеня складності;

$K_z = 0,75$ - [4, т. 1.27, с. 18] для високолегованої сталі

$K_N = 1,0$ - по [4, т. 1.28, с. 18].

Собівартість (попередня) заготовки, яка виготовлена на молоті:

$$C_3 = \frac{670000}{1000} \cdot 92 \cdot 1,0 \cdot 1,8 \cdot 0,81 \cdot 0,7 \cdot 1,0 - (92 - 29) \cdot \frac{2160}{1000} = 62773,7 \text{ грн}$$

$K_T = 1,0$ - [4, т. 1.24, с. 18] для 4-го класу точності поковки;

$K_M = 1,8$ - [4, т. 1.25, с. 18] для високолегованої сталі;

$K_c = 0,81$ - [4, т. 1.26, с. 18] для високолегованої сталі і 1-го ступеня складності поковки;

$K_z = 0,7$ - [4, т. 1.27, с. 18] для високолегованої сталі;

$K_N = 1,0$ - [4, т. 1.28, с. 18].

Проводячи порівняльний аналіз двох способів за собівартістю і коефіцієнту використання матеріалу, можна зробити висновок, що більш економічно вигідним є перший із запропонованих метод отримання заготовки: штампування на КГШП.

1.4 Проектування плану обробки

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Одна з основ проектування ТП поняття технологічності конструкції. Це комплексна характеристика деталі, що має на увазі під собою те, що при конструюванні деталей машин необхідно досягти необхідних експлуатаційних показників, а також раціонального і економного їх забезпечення.

1. Деталь - диск п'ятої ступені КВТ виготовляють з жароміцного сплаву ХН73МБТЮ-ВД. З точки зору оброблюваності деталь нетехнологічна, так як цей сплав належить до важкооброблюваних матеріалів [1, т.2.6, с.27];

2. З точки зору отримання необхідної якості поверхонь, деталь технологічна, так як отримати необхідну шорсткість поверхонь даної деталі не становить особливої проблеми.

3. За критерієм заготовки деталей нетехнологічна, так як в процесі обробки необхідно знімати великий обсяг матеріалу, що істотно впливає на трудомісткість і собівартість виготовлення деталі.

4. Виходячи з умов базування, деталь нетехнологічна, так як на багатьох операціях не використовується принцип сталості і суміщення баз, коли вимірювальна і настроювальна бази збігаються. На більшості операцій необхідно застосування спеціальних верстатних пристосувань.

5. З точки зору жорсткості конструкції деталь нетехнологічна, так як вона не жорстка. Цю деталь неприпустимо обробляти на нормативних режимах різання, конструкція деталі вимагає зниження режимів різання або установки додаткових опор.

6. Виходячи з критерію суміщення технологічних операцій, деталь нетехнологічна, тому що ускладнено застосування багатоінструментальної обробки поверхонь, багатопозиційної обробки.

7. За критерієм необхідності використання спеціальних додаткових ріжучих і вимірювальних пристроїв деталь нетехнологічна, так як процес її виготовлення вимагає їх використання.

8. З точки зору доступу ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь деталь технологічна, так як в більшості випадків ріжучий інструмент має достатній доступ до оброблюваних поверхонь.

9. Виходячи з критерію відповідності допусків і відхилень на розміри стандартних значень, деталь технологічна, так як у більшості розмірів допуски і відхилення відповідають стандартним значенням.

Можна зробити висновок, що за якісними критеріями оцінки технологічності конструкція деталі нетехнологічна.

Проведемо аналіз технологічності деталі за кількісними критеріями:

1. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{III} = \frac{q}{Q_o} \quad (1.6)$$

де q - маса деталі;

Q - маса заготовки;

$$K_{ИМ} = \frac{29}{43,9} = 0,66 \leq 0,8$$

Деталь за коефіцієнтом використання матеріалу нетехнологічна

2. Оптимальна точність геометричних характеристик оцінюється коефіцієнтом точності обробки:

$$K_{m.o.} = 1 - \frac{1}{A_{cp.}} \geq 0,8 \quad (1.7)$$

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

де - середній квалітет точності деталі;

n - кількість розмірів відповідного квалітету;

$$A_{cp.} = (5 \cdot 1 + 6 \cdot 1 + 7 \cdot 4 + 8 \cdot 7 + 9 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 11 \cdot 4 + 12 \cdot 4 + 13 \cdot 5 + 14 \cdot 5 + 15 \cdot 2 + 16 \cdot 1 + 17 \cdot 18 + 18 \cdot 2) / 19 = 12,84$$

$$K_{m.o.} = 1 - \frac{1}{12,84} = 0,92 > 0,8;$$

Таким чином деталь ставиться з точки зору коефіцієнта точності обробки.

Таблица. 1.3 - Точність і шорсткість поверхонь.

№	Размер, мм	Предельные отклонения, мм	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм
1	2	3	4	5
1.	Ø230	+0,185	H10	1,25
2.	R2,5	±0,5	js17	1,25
3.	25	-0,14	h11*	1,25
4.	R2,5	±0,5	js17	1,25
5.	25°	±20°	-	1,25
6.	4,5	-0,3	h14	2,5
7.	R2,5	±0,5	js17	1,25

8.	2	-0,25	h14	1,25
9.	0,6x45°	+0,3	-	2,5
10.	Ø320,25	-0,035	h5*	1,25

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
11.	R0,8	-0,3	-	1,25
12.	7	-0,1	h11*	1,25
13.	R4	±1	js18*	1,25
14.	4	^{+0,04} -0,16	-	1,25
15.	0,4x45°	±0,2	-	1,25
16.	4,5	-0,3	h14	2,5
17.	51,6	-0,2	h11*	2,5
18.	Ø676	-0,3	h9*	1,25
19.	Ø712,52	-0,15	h15*	1,25
20.	39,9	±0,15	js12*	1,25
21.	42,9	±0,15	js12*	1,25
22.	Ø687	-0,15	h8*	1,25
23.	Ø690	-0,15	h8*	1,25
24.	Ø679,45	-0,05	h6	1,25
25.	352,5	-0,215	h9*	1,25
26.	51,6	-0,2	h11*	1,25
27.	Ø645	+0,15	H8*	1,25
28.	Ø671,45	+0,15	H8*	1,25
29.	Ø673	+0,5	H11	1,25
30.	41,9	-0,05	h8*	1,25
31.	40,4	±0,02	js8*	1,25
32.	R _{сопряжения}	-	-	1,25
33.	25°	25°	±20°	1,25
34.	R2,5	±0,5	js17	1,25
35.	R2,5	±0,5	js17	1,25
36.	R4	±1	js18*	1,25
37.	R0,8	-0,14	h13*	1,25
38.	Ø672	0,08	H7	1,25

39.	0,4x45°	±0,2	-	2,5
40.	R2,5	±0,5	js17	1,25
41.	2,12	-0,24	h13*	1,25

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
42.	R2,5	±0,5	js17	1,25
43.	50°	±2°	-	1,25
44.	8	-0,2	h12*	1,25
45.	R2,5	±0,5	js17	1,25
46.	1	±0,2	js15	1,25
47.	17,7	-0,12	h11*	1,25
48.	15°	±1°30'	-	1,25
49.	R2,5	±0,5	js17	1,25
50.	50°	±2°	-	1,25
51.	R2,5	±0,5	js17	1,25
52.	R2,5	±0,5	js17	1,25
53.	15°	±1°15'	-	1,25
54.	R2,5	±0,5	js17	1,25
55.	Ø2,5	+0,25	H14	1,25
56.	2,2	-0,12	h12*	1,25
57.	R2,5	±0,5	js17	1,25
58.	5°	±1°30'	-	1,25
59.	5°	±1°30'	-	1,25
60.	R2,5	±0,5	js17	1,25
61.	R2,5	±0,5	js17	1,25
62.	5°	±1°30'	-	1,25
63.	5°	±1°30'	-	1,25
64.	R2,5	±0,5	js17	1,25
65.	R2,5	±0,5	js17	1,25
66.	1x45°	+0,3	H14*	1,25
67.	3,5	-0,16	h12*	1,25
68.	R0,8	-0,3	h13*	1,25
69.	7,5	-0,9	h16	1,25
70.	R2,5	±0,5	js17	1,25

71.	Ø8,7	+0,016	H7*	1,25
72.	0,6x45°	+0,3	h13*	1,25
73.	0,8x45°	+0,3	h13*	1,25

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
74.	Ø8,5	+0,016	H7*	1,25
75.	0,6x45°	+0,3	h13*	2,5
76.	Ø10	+0,03	H8*	1,25
77.	Ø8,5	+0,016	H7*	1,25
78.	0,6x45°	+0,3	h13*	2,5

Примітка: * - граничні відхилення на розмір не вписуються в стандартні поля допуску і взяті за мінімальним

3. Оптимальная шорсткість поверхонь деталі оцінюється коефіцієнтом шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32 ,$$

де B_{cp} середнє значення показника шорсткості::

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i n_{iш}}{\sum_{i=1}^n n_{iш}}$$

B_i – значення показника шорсткості i -ої поверхні;

n_i - кіл-ть поверхонь за відповідний показник шорсткості;

$$B_{cp} = \frac{1,25 \cdot 72 + 2,5 \cdot 6}{78} = \frac{105}{78} = 1,34 ;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} = \frac{1}{1,34} = 0,75 > 0,32;$$

Отже деталь відноситься до технологічних по показнику шорсткості.

4. Уніфікація конструктивних елементів деталі оцінюється коефіцієнтом уніфікації..

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_o} > 0,6 ,$$

де $Q_{y.e.}$ - кількість уніфікованих типорозмірів;

Q_o - загальна кількість типорозмірів.

$$K_{y.e.} = \frac{54}{78} = 0,69 ;$$

Отже деталь відносимо до технологічних.

Можна зробити висновок, що за якісними і кількісними критеріями оцінки технологічності, деталь є нетехнологічною.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Визначаємо показники точності і якості поверхонь в заготівлі. Заготовка-штамповка на КГШП нормальної точності.

Розраховуємо загальні уточнення за показниками точності і якості для основних поверхонь деталі.

Поверхня 1 - Внутрішня циліндрична, з такими характеристиками:

$$\varnothing_{дет} = 230^{+0,185}; R_a^{дет} = 1,25.$$

$$\varnothing_{заг} = 223^{+3,5}_{-2,0}; R_a^{заг} = 50.$$

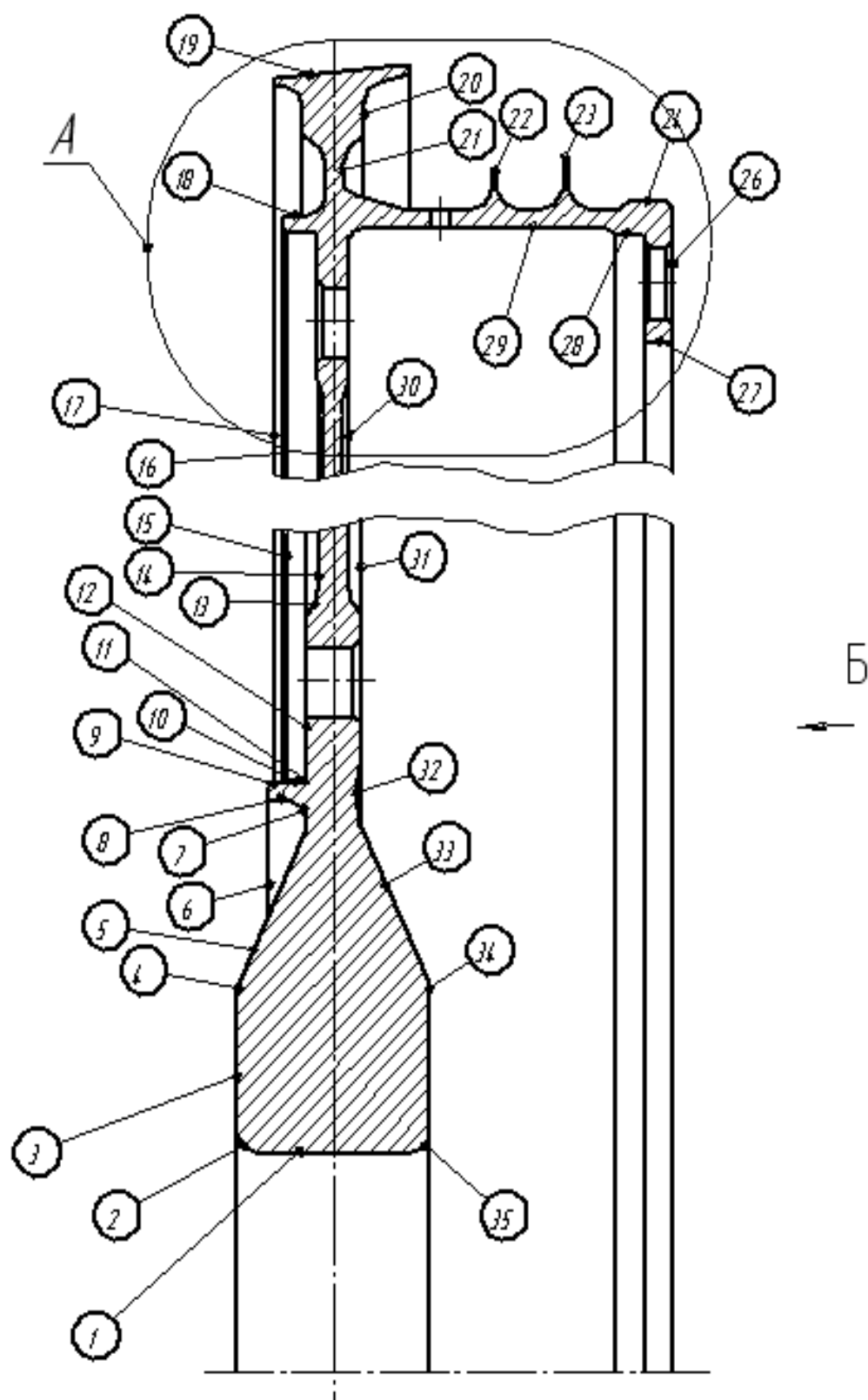
Уточнення по параметру геометричного розміру::

$$\varepsilon_{Td} = \frac{Td_{заг}}{Td_{дет}} = \frac{5,5}{0,185} = 29,73 \approx 30$$

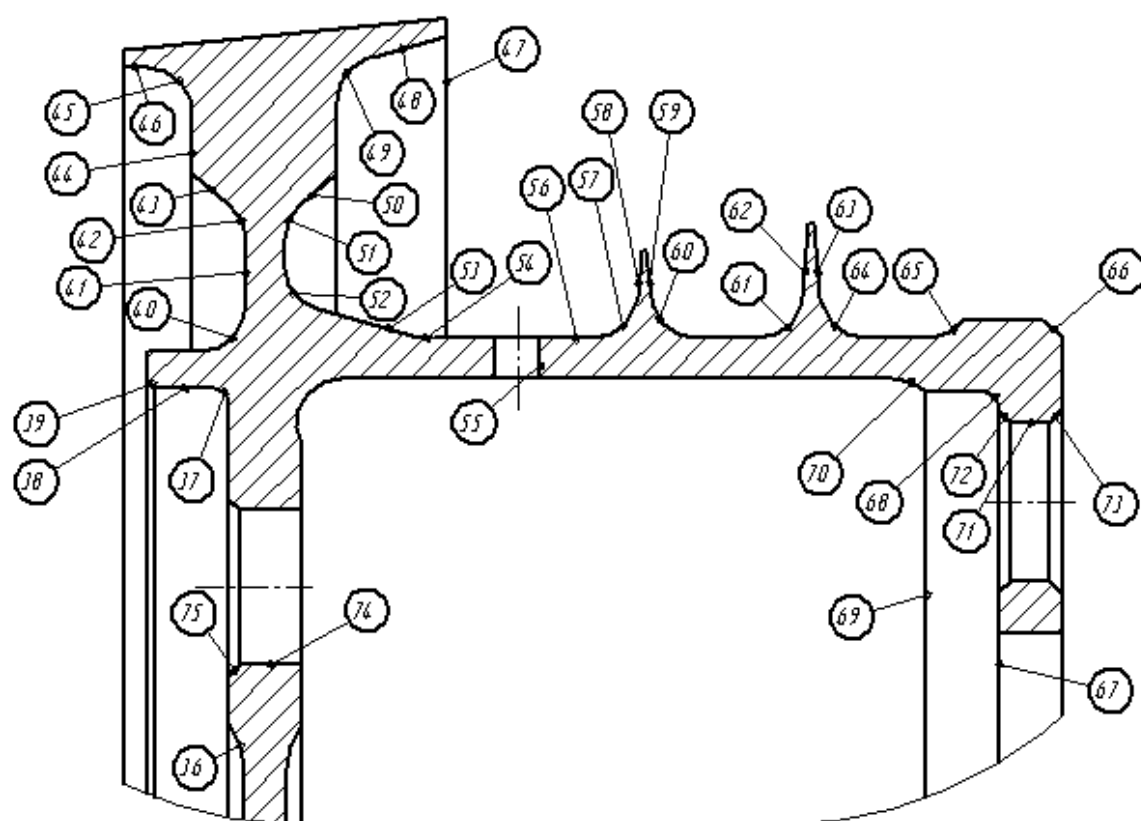
Уточнення по параметру взаємного розташування для розрахунків не потрібно, так як ця вимога не вказано на кресленні.

Уточнення по параметру шорсткості:

$$\varepsilon_{R_a} = \frac{R_a^{заг}}{R_a^{дет}} = \frac{50}{1,25} = 40$$



A(2:1)



Б(1:2)

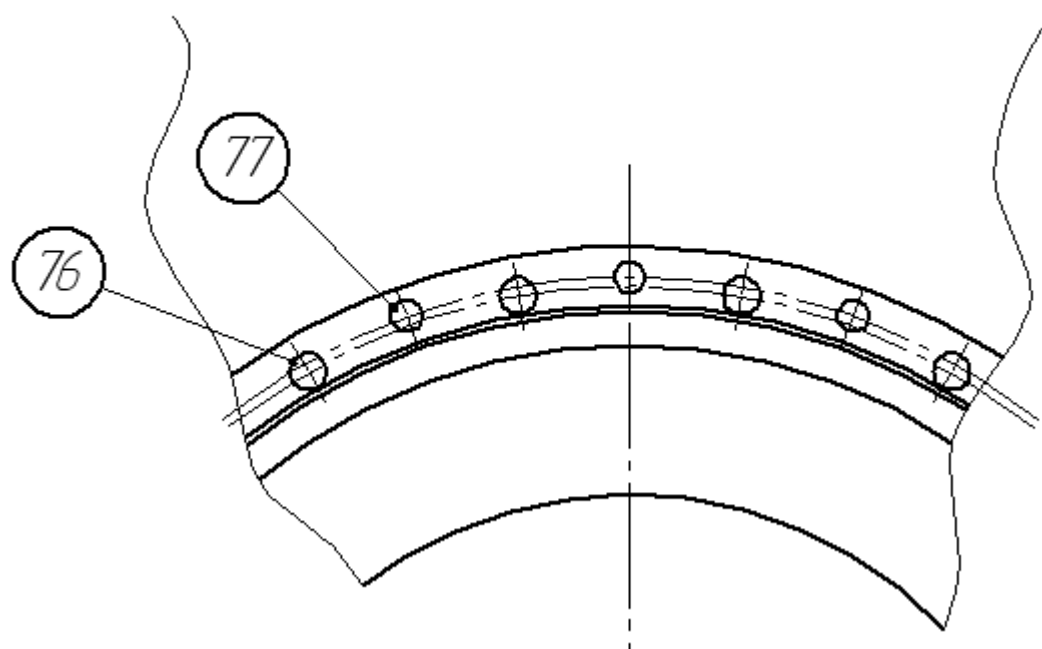


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з розміткою поверхонь

Визначаємо розрахункове число переходів механічної обробки (МО) по одному з трьох вищевизначених параметрів, який є переважаючим.

$$K_p = 2 \lg \varepsilon = 2 \lg 40 = 3,2$$

Виходячи з технологічних особливостей виготовлення призначаємо $K_n = 2$ переходу деталей, покликані забезпечити необхідні параметри точності і якості для даної поверхні.

Складаємо послідовність показників точності і якості (ППТЯ):

$$\Delta IT = IT_{заг} - IT_{дет} = IT17 - H10 = 7; \quad 7 = 4 + 3.$$

$$IT17 \rightarrow h13 \rightarrow h10$$

Визначаємо уточнення по переходах:

$$\varepsilon_{Td2} = \frac{5,5}{0,72} = 7,6; \quad \varepsilon_{Td3} = \frac{0,72}{0,185} = 3,8; \quad \text{П}\varepsilon_{Td} = \varepsilon_{Td2} \varepsilon_{Td3} = 7,6 \cdot 3,8 = 28,9 \approx 30.$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{50}{6,3} = 7,93; \quad \varepsilon_{Ra3} = \frac{6,3}{1,25} = 5,04; \quad \text{П}\varepsilon_{Ra} = \varepsilon_{Ra2} \varepsilon_{Ra3} \varepsilon_{Ra5} = 7,93 \cdot 5,04 = 39,97 \approx 40.$$

З розрахунків видно, що необхідне уточнення досягнуто.

Поверхня 23 - Зовнішня циліндрична, з такими характеристиками:

$$\varnothing_{дет} = 690_{-0,15}; \quad R_a^{дет} = 1,25.$$

$$\varnothing_{заг} = 698_{-3,0}^{+4,5}; \quad R_a^{заг} = 50.$$

Уточнення по параметру геометричного розміру:

$$\varepsilon_{Td} = \frac{Td_{заг}}{Td_{дет}} = \frac{7,5}{0,15} = 50$$

Уточнення по параметру взаємного розташування для розрахунків не потрібно, так як ця вимога не вказано на кресленні.

Уточнення по параметру шорсткості:

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{R_a^{заг}}{R_a^{дет}} = \frac{50}{1,25} = 40$$

Визначаємо розрахункове число переходів механічної обробки (МО) по одному з трьох вищевизначених параметрів, який є переважаючим.

$$K_p = 2 \lg \varepsilon = 2 \lg 50 = 3,39$$

Призначаємо $K_n = 3$ переходи, покликані забезпечити необхідні параметри точності і якості для даної поверхні.

Складаю послідовність показників точності і якості (ППТЯ):
 $\Delta IT = IT_{заг} - IT_{дет} = IT17 - h8 = 9; \quad 9 = 4 + 3 + 2.$

$IT17 \rightarrow h13 \rightarrow h10 \rightarrow h8.$

Визначаємо уточнення по переходах:

$$\varepsilon_{Td2} = \frac{7,5}{1,25} = 6; \quad \varepsilon_{Td3} = \frac{1,25}{0,32} = 3,9; \quad \varepsilon_{Td4} = \frac{0,32}{0,15} = 2,13$$

$$П\varepsilon_{Td} = \varepsilon_{Td2} \varepsilon_{Td3} \varepsilon_{Td5} = 6 \cdot 3,9 \cdot 2,13 = 49,9 \approx 50$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{50}{6,3} = 7,93; \quad \varepsilon_{Ra3} = \frac{6,3}{2,5} = 2,52; \quad \varepsilon_{Ra5} = \frac{2,5}{1,25} = 2;$$

$$П\varepsilon_{Ra} = \varepsilon_{Ra2} \varepsilon_{Ra3} \varepsilon_{Ra5} = 7,93 \cdot 2,52 \cdot 2 = 40.$$

З розрахунків видно, що необхідне уточнення досягнуто.

1.4.3. Проектування маршруту обробки заготовки

Етапна схема виготовлення деталі складається з:

1 етап Отримання заготовки

2 етап Токарна обробка. На даному етапі необхідно, перш за все, отримати технологічні базові поверхні та підготувати обід диска для подальшого протягування пазів.

3 етап Термообробка. Даний етап складається з двох стадій: травлення і отжиг. Перше проводиться з метою поліпшення макроструктури матеріалу, а останнє-для зняття напружень, наведених зняттям під час обробки великих припусків.

4 етап - Обробка базових поверхонь: шліфувальні та полірувальні операції.

5 етап Свердління осьових отворів на різних двох діаметрах диска.

Обробка отворів проводиться в кілька стадій:

- свердління отворів

- зенкерування отворів
- розгортання попереднє отворів
- розгортання остаточне отворів

6 етап Протягування пазів «ластівчин хвіст» по зовнішньому ободу диска

Обробка також буде проводитися в кілька стадій:

- протягування попереднє;
- два остаточних протягування, з метою формоутворення заданих поверхонь

паза;

7 етап слюсарна обробка, проводиться для заточування кромки в пазах і зачистки задирок по контуру пазів.

8 етап Обробка пазів диска в псевдозріженому шарі абразиву (ПША). Проводиться з метою заокруглення і полірування кромки пазів, а також видалення задирок по контуру пазів диска.

9 етап мийка, контроль.

10 етап Балансування диска. Визначається статична нерівноваженість (дисбаланс) диска щодо осі отворів. Проводиться за допомогою методу прикладання воску в «легкому» місці.

1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів

Розрізняють два методи призначення припусків:

1. Розрахунково аналітичний. При призначенні припусків цим методом визначається складові припуску: R_a , h , ρ , ε_y виходячи з конкретних умов обробки і станів заготовки по довідковій літературі.

$$2z_i^{\min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (1.8)$$

де $R_{z_{i-1}}$ - шорсткість поверхні попереднього переходу;

h_{i-1} - глибина дефектного шару матеріалу від попередньої операції;

ρ_{i-1} - макронерівності поверхні (зміщення, викривлення, неперпендікулярність, непаралельність і т. п.), придбані на попередньому переході;

ε_i - похибка установки заготовки при виконанні $i^{\text{го}}$ переходу.

Похибки ρ і ε - векторні величини і мають різні напрямки, тому для циліндричних поверхонь підсумовуються геометрично.

2. Дослідно статистичний (табличний). Призначається загальний припуск і розбивається по переходах з використанням коефіцієнта співвідношення припусків γ

Зовнішня поверхня Ø320,25 (-0,035)

1) Заготівля-штампування

$Rz_1 = 200$ мкм, $h_1 = 250$ мкм [5, т. 12, с. 186]

$$\rho = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (1.9)$$

где $\rho_{cm} = 1200$ мкм [5, с. 187, т. 18]

$\rho_{кор} = \delta \cdot l = 0,6 \cdot 82 = 49,2$ мкм ([5], т. 16, с. 186)

$$\rho_1 = \sqrt{1200^2 + 49,2^2} = 1201 \text{ мкм}$$

2) Точіння чорнове

[5, т. 25, с. 188] $Rz_2 = 100$ мкм, $h_2 = 100$ мкм [5, т. 25, с. 188].

Величину залишкової похибки просторових відхилень для наступних обробок обчислюємо за допомогою коефіцієнта уточнення

$$\rho_2 = K_y \cdot \rho_1,$$

де K_y – коефіцієнт уточнення

$$K_y = 0,06 \text{ [5, т. 29, с. 190]}$$

$$\rho_2 = K_y \cdot \rho_1 = 0,06 \cdot 1201 = 72 \text{ мкм.}$$

Похибка установки в пристосування знаходимо за формулою:

$$\varepsilon_2 = 0,25 \cdot \sqrt{TD_{заг}^2 + 1} \text{ ([5], ф. 16, с. 178)}$$

$$\varepsilon_2 = 0,25\sqrt{6^2 + 1} = 1,52\text{мм} = 1520\text{мкм}$$

3) Точіння напівчистове

$$R_{z3} = 50\text{ мкм}, h_3 = 50\text{ мкм} [5, \text{т. 25, с. 188}]$$

$$\rho_3 = K_y \cdot \rho_2 = 0,05 \cdot 72 = 3,6\text{ мкм},$$

де $K_y = 0,05$ - [5, т. 29, с. 190]

$$\varepsilon_3 = K_y \cdot \varepsilon_2 = 0,05 \cdot 1520 = 76\text{ мкм}$$

4) Термічна обробка - отжиг

Тут відбудеться викривлення, яке визначається так:

$$\rho = \Delta k \cdot D$$

де $\Delta k = 0,5\text{ мкм/мм}$ – кривизна поковок після ТО ([5]т. 16, с. 186)

$$\rho_6 = 0,5 \cdot 720 = 360\text{ мкм}$$

5) Точіння чистове

$$R_{z5} = 25\text{ мкм}, h_5 = 25\text{ мкм} [5, \text{т. 25, с. 188}]$$

$$\rho_5 = K_y \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 360 = 14,4\text{ мкм},$$

де $K_y = 0,04$ - табл.29, стр.190 [5]

$$\varepsilon_5 = K_y \cdot \varepsilon_3 = 0,04 \cdot 76 = 3,04\text{ мкм}$$

6) Точіння тонке

$$\varepsilon_5 = K_y \cdot \varepsilon_3 = 0,04 \cdot 3,04 = 0,49\text{ мкм}$$

где $K_y = 0,04$ - [5, т. 29, с. 190]

Розраховуємо чисельні мінімальні значення припусків по переходах за вищевказаною формулою:

$$2Z_{2\min} = 2 \left(200 + 250 + \sqrt{1201^2 + 1520^2} \right) = 4774\text{мкм} = 4,74\text{мм}$$

$$2Z_{3\min} = 2 \left(100 + 100 + \sqrt{72^2 + 76^2} \right) = 609\text{мкм} = 0,6\text{мм}$$

$$2Z_{4\min} = 2 \left(50 + 50 + \sqrt{3,6^2 + 3,04^2} \right) = 210\text{мкм} = 0,2\text{мм}$$

$$2Z_{6\min} = 2 \left(25 + 25 + \sqrt{14,4^2 + 0,49^2} \right) = 128\text{мкм} = 0,13\text{мм}$$

Розраховуємо технологічні розміри по переходах механічної обробки методом розмірних ланцюгів, починаючи з останнього переходу.

Визначаємо максимальні розміри по переходах МОП:

$$d_i^{\max} = d_{i+1}^{\max} + 2Z_{i+1}^{\max} + Td_i$$

З креслення відомо, що $d_6^{\max} = d_6^{\text{nom}} + \text{esd}_6 = 320,25 + 0 = 320,25 \text{ мм}$

Подальший розрахунок ведемо за вищевказаною формулою:

$$d_5^{\max} = 320,25 + 0,13 + 0,089 = 320,469 \text{ мм}$$

$$d_3^{\max} = 320,469 + 0,2 + 0,36 = 321,029 \text{ мм}$$

$$d_2^{\max} = 321,029 + 0,6 + 1,6 = 323,229 \text{ мм}$$

$$d_1^{\max} = 323,229 + 4,74 + 6 = 333,969 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальні розміри по переходах МОП:

$$d_i^{\min} = d_i^{\max} - Td_i$$

$$d_6^{\min} = 320,25 - 0,035 = 320,215 \text{ мм}$$

$$d_5^{\min} = 320,469 - 0,089 = 320,38 \text{ мм}$$

$$d_3^{\min} = 321,029 - 0,36 = 320,669 \text{ мм}$$

$$d_2^{\min} = 323,229 - 1,6 = 321,629 \text{ мм}$$

$$d_1^{\min} = 333,969 - 6 = 327,969 \text{ мм}$$

Обчислимо чисельні значення максимальних припусків по переходах механічної обробки:

$$2Z_i^{\max} = d_{i-1}^{\max} - d_i^{\min}$$

$$2Z_2^{\max} = d_1^{\max} - d_2^{\min} = 333,969 - 321,629 = 12,34 \text{ мм}$$

$$2Z_3^{\max} = d_2^{\max} - d_3^{\min} = 323,229 - 320,669 = 2,56 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{\max} = d_4^{\max} - d_5^{\min} = 321,029 - 32,38 = 0,649 \text{ мм}$$

$$2Z_6^{\max} = d_5^{\max} - d_6^{\min} = 320,469 - 320,215 = 0,254 \text{ мм}$$

Виконуємо перевірку:

$$TZ_0 = 2Z_0^{\max} - 2Z_0^{\min} = Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}}$$

$$2Z_0^{\max} = d_{\text{заг}}^{\max} - d_{\text{дет}}^{\min} = 333,969 - 320,215 = 13,754 \text{ мм}$$

$$2Z_0^{\min} = d_{\text{заг}}^{\min} - d_{\text{дет}}^{\max} = 327,969 - 320,25 = 7,719 \text{ мм}$$

$$Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}} = 6 + 0,035 \text{ мм}$$

$$13,754 - 7,719 = 6 + 0,035$$

$$6,035 = 6,035 \text{ мм}$$

Внутрішня поверхня Ø672H7 (+0,08)

МОП даної поверхні складається з таких стадій:

- 1) Точіння чорнове;
- 2) Точіння получистовое;
- 3) Точіння чистове;
- 4) Точіння тонке.

Розрахунок припусків табличним методом для внутрішньої поверхні

Загальний мінімальний припуск визначаємо по ГОСТ 7505-74.

З огляду на вихідний індекс заготовки, знаходимо що, $2Z_0^{\min} = 2 \cdot 4 = 8$ мм [3, т. 5.11, с. 43] - загальний припуск розподіляємо між переходами механічної обробки,

використовуючи коефіцієнт співвідношення припуску::

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{чер}} &= 0,6 \\ \gamma_{\text{получист}} &= 0,2 \\ \gamma_{\text{чис}} &= 0,15 \\ \gamma_{\text{тонк}} &= 0,05\end{aligned}$$

Отже значення мінімального припуску в залежності від стадії МО будуть такими:

$$\begin{aligned}2Z_2^{\min} &= 0,6 \cdot 8 = 4,8 \text{ мм} \\ 2Z_3^{\min} &= 0,2 \cdot 8 = 1,6 \text{ мм} \\ 2Z_5^{\min} &= 0,15 \cdot 8 = 1,2 \text{ мм} \\ 2Z_6^{\min} &= 0,05 \cdot 8 = 0,4 \text{ мм}\end{aligned}$$

Розраховуємо технологічні розміри по переходах механічної обробки методом розмірних ланцюгів, починаючи з останнього переходу.

$$D_6^{\min} = D_6^{\text{ном}} + Ei = 672 + 0 = 672 \text{ мм}$$

Визначення максимального розміру по переходах МОП:

$$D_5^{\min} = 672 - 0,4 - 0,15 = 671,45 \text{ мм}$$

$$D_3^{\min} = 671,45 - 1,2 - 0,5 = 669,75 \text{ мм}$$

$$D_2^{\min} = 669,75 - 1,6 - 2 = 666,15 \text{ мм}$$

$$D_1^{\min} = 666,15 - 4,8 - 7,5 = 653,85 \text{ мм}$$

$$D_i^{\max} = D_i^{\min} + TD_i$$

33

$$D_6^{\max} = 672 + 0,08 = 672,08 \text{ мм}$$

Максимальні значення розміру визначаються за формулою:

$$D_5^{\max} = 671,45 + 0,15 = 671,6 \text{ мм}$$

$$D_3^{\max} = 669,75 + 0,5 = 670,25 \text{ мм}$$

$$D_2^{\max} = 666,15 + 2 = 668,15 \text{ мм}$$

$$D_1^{\max} = 653,85 + 7,5 = 661,35 \text{ мм}$$

Розраховуємо граничні значення максимальних припусків по переходах механічної обробки:

$$2Z_1^{\max} = D_2^{\max} - D_1^{\min} = 666,15 - 648,85 = 17,3 \text{ мм}$$

$$2Z_3^{\max} = D_3^{\max} - D_2^{\min} = 669,25 - 664,15 = 5,1 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{\max} = D_2^{\max} - D_3^{\min} = 671,35 - 668,75 = 2,6 \text{ мм}$$

$$2Z_6^{\max} = D_6^{\max} - D_5^{\min} = 672,08 - 671,2 = 0,88 \text{ мм}$$

Виконуємо перевірку:

$$TZ_0 = 2Z_0^{\max} - 2Z_0^{\min} = TD_{\text{заг}} + TD_{\text{дет}}$$

$$2Z_0^{\max} = D_{\text{дет}}^{\max} - D_{\text{заг}}^{\min} = 672,08 - 648,85 = 23,23 \text{ мм}$$

$$2Z_0^{\min} = D_{\text{дет}}^{\min} - D_{\text{заг}}^{\max} = 672 - 656,35 = 15,65 \text{ мм}$$

$$TD_{\text{заг}} + TD_{\text{дет}} = 7,5 + 0,08 \text{ мм}$$

$$23,23 - 15,65 = 7,5 + 0,08 \text{ мм}$$

$$7,58 = 7,58 \text{ мм}$$

1.6 Розрахунок режимів різання

Операція 020: Токарна

Заготівля-штампування з наступною обробкою

Матеріал: сплав ХН73МБТЮ-ВД

Верстат: прокатні 1512

Різець прохідний $\varphi=90^\circ$ 25x40x280 ВК8 R3мм ГОСТ18883-73

Різець підрізний $\varphi=90^\circ$ 25x40x280 ВК8 R3мм ГОСТ 18880-73

В ході операції відбувається:

1) точіння поверхні 23 в три проходи

(різець прохідний $\varphi=90^\circ$ 30х45х280 ВК8 R3мм ГОСТ18883-73);

2) підрізування торця 26 в два проходи

(різець підрізний $\varphi=90^\circ$ 25х40х280 ВК8 R3мм ГОСТ 18880-73);

1. Глибина різання:

$$t = \frac{d_{\text{заг}}^{\text{max}} - d_{\text{дем}}^{\text{min}}}{2} \quad (1.10)$$

$$t_2 = l_{\text{заг}}^{\text{max}} - l_{\text{дем}}^{\text{min}} \quad (1.11)$$

$$t_1 = \frac{(703 + 4,5) - (695 - 2)}{2} = 7,25 \text{ мм}$$

$$t_2 = (74.54 + 3) - (69.04 - 0.74) = 4,62 \text{ мм}$$

2. Визначимо подачу по формулі:

$$S_p = S_T \cdot K_{S_T} \quad (1.12)$$

$$K_{S_T} = k_{S_{II}} \cdot k_{S_{II}} \cdot k_{S_{\phi}} \cdot k_{S_3} \cdot k_{S_{ж}} \cdot k_{S_M} \quad (1.13)$$

де S_p – розрахункове значення подачі,

S_p - табличне значення подачі,

$k_{S_{II}}$ - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні;

$k_{S_{II}}$ - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$k_{S_{\phi}}$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні;

k_{S_3} – коефіцієнт, що враховує вплив загартування;

$k_{S_{ж}}$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи;

k_{S_M} – коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі;

$$S_{T1} = 1,55 \text{ мм/об. [8, т.26, с.237]}$$

$$S_{T2} = 1,2 \text{ мм/об. [8, т.26, с.237]}$$

$$k_{S_{II}} = 0,8; k_{S_{II}} = 1; k_{S_{ж}} = 1; k_{S_M} = 0,78. [8, т.30, с.238]$$

$$S_{p1} = 1,55 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,78 = 0,97 \text{ мм / об.}$$

$$S_{p2} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,78 = 0,74 \text{ мм / об.}$$

$$V = V_T \cdot K_v \quad (1.14)$$

$$K_v = k_{vm} \cdot k_{vi} \cdot k_{v\varphi} \cdot k_{vm} \cdot k_{vj} \cdot k_{vp} \cdot k_{vo} \quad (1.15)$$

де V_T - табличне значення швидкості різання м / хв;

k_{vm} - коефіцієнт оброблюваності матеріалу;

k_{vi} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;

$k_{v\varphi}$ - коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані;

k_{vm} - коефіцієнт, що враховує вид обробки;

k_{vj} - коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи;

k_{vp} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні;

k_{vo} - коефіцієнт, що враховує вплив МОР.

$$V_{T1} = 32 \text{ м / мин} [8, \text{ т. 44, с. 248}];$$

$$V_{T2} = 32 \text{ м / мин} [8, \text{ т. 44, с. 248}].$$

Поправочні коефіцієнти на швидкість різання:

$$k_{VM} = 0,55; \quad k_{Vi} = 1; \quad k_{V\varphi} = 0,81; \quad k_{V1} = 1; \quad k_{Vj} = 1; \quad k_{Vn} = 0,8; \quad k_{Vo} = 1.$$

$$V_{p1} = V_{p2} = 32 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 11,4 \text{ м / мин} [8, \text{ т. 48, с. 249}]$$

4. Число оборотів шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} \quad (1.16)$$

$$n_1 = n_2 = \frac{1000 \cdot 8,9}{3,14 \cdot 695} = 4,7 \text{ об. / мин};$$

$$n_{cm1} = n_{cm2} = 5 \text{ об. / мин};$$

5. Дійсна швидкість різання:

$$V_\partial = \frac{\pi d n}{1000} \quad (1.17)$$

$$V_{\partial 1} = \frac{3,14 \cdot 695 \cdot 5}{1000} = 10,9 \text{ м / мин} = V_{\partial 2}$$

6. Розрахуємо:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p \quad (1.18)$$

де t – глибина різання,

S – подача,

V - швидкість різання,

$C_p=204$ - коефіцієнт [6, т. 22, с. 273]

$x=1$; $y=0,75$; $n=0$ - показники ступеня [6, т. 22, с. 273]

K_p - поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{m.p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} \quad (1.19)$$

$$K_{m.p} = \left(\frac{1100}{750}\right)^{0,75} = 1,33 \quad [6, \text{т. 9, с. 264}]$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1; K_{r p} = 0,93 \quad [6, \text{т. 23, с. 275}]$$

$$K_p = 1,33 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,21$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 4,62^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 10,9^0 \cdot 1,33 = 14371 \text{ Н}$$

7. Розрахуємо потужність різання за формулою::

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.20)$$

$$N = \frac{14371 \cdot 10,9}{1020 \cdot 60} = 2,55 \text{ кВт}$$

де P_z - сила різання;

V - швидкість різання;

$$N = 2,55 \text{ кВт} \leq N_{cm} = 20 \text{ кВт}$$

8. Розрахуємо основний машинний час:

$$t_o = L_{p.x} / S \cdot n \quad (1.21)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу

$$L_{p.x} = l_{рез} + l_{вр} + l_{пер}$$

$l_{вр}$ – довжина врізання. $l_{вр} = 3$ мм [9, т. 2, с. 620]

$l_{пер}$ – довжина пробігу. $l_{пер} = 2$ мм [9, т. 2, с. 620]

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} \quad (1.22)$$

$$t_{o1} = \frac{3+33}{0,97 \cdot 5} 3 = 22,26 \text{ мин}$$

$$t_{o2} = \frac{3+(703-220)/2+2}{0,74 \cdot 5} 2 = 133 \text{ мин}$$

$$t_o = 22,26 + 133 = 155,26 \text{ мин}$$

Операція 065: Свердлильна

Заготівля - штампування з наступною обробкою;

Матеріал: сплав ХН73МБТЮ-ВД;

Верстат: радіально-свердлильний 2А55;

В ході операції відбувається:

1) Свердління отворів пов. 74

(Свердло спіральне Ø7,3 Р6М5 ГОСТ 10902 - 77);

2) Свердління отворів пов. 77

(Свердло спіральне Ø7,3 Р6М5 ГОСТ 10902 - 77);

3) Свердління отворів пов. 76

(Свердло спіральне Ø9 Р6М5 ГОСТ 10902 - 77);

4) Зенкування отворів пов. 74

(Зенкер Ø8,3 Р9М4К8 ГОСТ 12489 - 71);

5) Зенкування отворів пов. 77

(Зенкер Ø8,3 Р9М4К8 ГОСТ 12489 - 71);

6) Зенкування отворів пов. 76

(Зенкер Ø10 Р9М4К8 ГОСТ 12489 - 71);

7) Розгортання чорнове отворів пов. 74

(Розгортка Ø8,5 Р9К5 ГОСТ 1672 - 71);

8) Розгортання чорнове отворів пов. 77

(Розгортка Ø8,5 Р9К5 ГОСТ 1672 - 71);

9) Розгортання чистове отворів пов. 74

(Розгортка Ø8,5 Р9К5 ГОСТ 1672 - 71);

10) Розгортання чистове отворів пов. 77

(Розгортка Ø8,5 Р9К5 ГОСТ 1672 - 71).

11) Зенковка фасок в отворах пов. 75

Зробимо розрахунок режимів різання поетапно.

I Етап: Свердління

1. Глибина різання:

$$t_1 = \frac{d}{2} \quad (1.23)$$

$$t_1 = \frac{7,3}{2} = 3,65 \text{ мм} \quad - \text{ для отворів пов.74 и пов.77;}$$

$$t_2 = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ мм} \quad - \text{ для отворів пов.76}$$

2. Подача:

$$S_p = S_T \cdot K_{S_T} \quad (1.24)$$

$$K_{S_T} = k_{S_l} \cdot k_{S_{ж}} \cdot k_{S_H} \cdot k_{S_d} \cdot k_{S_M} \quad (1.25)$$

k_{S_l} - коефіцієнт, що враховує глибину свердління;

$k_{S_{ж}}$ - коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи;

k_{S_H} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

k_{S_d} - коефіцієнт, що враховує характер отвору;

k_{S_M} - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі;

S_T - табличне значення подачі.

$$S_T = 0,15 \text{ мм/об.} [8, \text{ т. 64, с. 267}]$$

$$k_{S_l} = 1; \quad k_{S_{ж}} = 0,75; \quad k_{S_H} = 1; \quad k_{S_d} = 1; \quad k_{S_M} = 0,55.$$

$$S_p = 0,15 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,55 = 0,06 \text{ мм/об.}$$

3. Швидкість обертання деталі

$$V_p = V_T \cdot K_v \quad (1.26)$$

$$K_v = k_{vm} \cdot k_{vi} \cdot k_{vd} \cdot k_{vo} \cdot k_{vt} \cdot k_{vl} \quad (1.27)$$

де V_T - табличне значення швидкості різання м / хв;

k_{vm} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

k_{vi} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;

k_{vd} -коефіцієнт, що враховує тип отвору;

k_{vo} -коефіцієнт, що враховує умови обробки;

k_{vt} - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

k_{vl} - коефіцієнт, що враховує довжину свердління.

$$V_{T1} = 9,1 \text{ м/мин} [8, \text{ т. 70, с. 273}];$$

$$V_{T2} = 9,1 \text{ м/мин} [8, \text{ т. 70, с. 273}];$$

$$k_{vm} = 0,67; k_{vi} = 0,73; k_{vd} = 0,9; k_{vo} = 1; k_{vt} = 1; k_{vl} = 1.$$

$$V_{P1} = 9,1 \cdot 0,67 \cdot 0,73 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ м/мин}$$

$$V_{P2} = 9,1 \cdot 0,67 \cdot 0,73 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ м/мин}$$

4. Число оборотів шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} \quad (1.28)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 4}{3,14 \cdot 7,3} = 174,5 \text{ мм / об.}$$

$$n_{1_{ст}} = 160 \text{ об. / мин}$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 4}{3,14 \cdot 9} = 141,5 \text{ мм / об.}$$

$$n_{2_{ст}} = 160 \text{ об. / мин}$$

5. Дійсна швидкість обертання деталі:

$$V_\phi = \frac{\pi d n_{ст}}{1000} \quad (1.29)$$

$$V_{\partial_1} = \frac{3,14 \cdot 7,3 \cdot 160}{1000} = 3,7 \text{ м / мин}$$

$$V_{\partial_1} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 160}{1000} = 4,5 \text{ м / мин}$$

6. Розрахуємо

Обертаючий момент [6, с. 277]:

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p \quad (1.30)$$

Осьова сила різання [6, с. 277]:

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p \quad (1.31)$$

де $K_p = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі [6, т. 9, с.277];

Визначаємо значення коефіцієнтів і показників ступеня в формулах крутного моменту і осьової сили різання [6, т. 32, с. 281]:

Для обертаючого моменту:

$$C_m = 0,041; q = 2; y = 0,7.$$

Для осьової сили різання:

$$C_p = 143; q = 1; y = 0,7.$$

Підставивши ці значення в вищевказані формули отримаємо:
 $M_{кр_1} = 10 \cdot 0,041 \cdot 7,3^2 \cdot 0,06^{0,07} \cdot 0,75 = 2,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$ - для отворів пов.74 и пов.77;

$$M_{кр_2} = 10 \cdot 0,041 \cdot 9^2 \cdot 0,06^{0,07} \cdot 0,75 = 4,12 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad \text{- для отворів пов.76.}$$

$$P_1 = 10 \cdot 143 \cdot 7,3^1 \cdot 0,06^{0,07} \cdot 0,75 = 6429 \text{ Н}$$

$$P_2 = 10 \cdot 143 \cdot 9^1 \cdot 0,06^{0,07} \cdot 0,75 = 7927 \text{ Н}$$

7. Виконуємо перевірку по міцності свердла: сумарна напруга в корпусі свердла від осебвого зусилля й крутного моменту не повинно перевищувати допустимої величини $[\tau]$, МПа

$$\tau \leq [\tau]$$

$$[\tau] = \frac{\sigma_B}{K_{з.н.}} \quad (1.32)$$

де σ_B – тимчасова межа міцності матеріалу свердла (для швидкорізальної сталі $\sigma_B = 2100$ МПа)

$K_{з.п.}$ – коефіцієнт запасу міцності, $K_{з.п.} = 2.5$

$$[\tau] = \frac{2100}{2.5} = 840 \text{ МПа}$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W} \quad (1.33)$$

де W – момент опору поперечного перерізу свердла

$$W = 0.2 D_{св}^3 \quad (1.34)$$

$$W_1 = 0.2 \cdot 7.3^3 = 77 \text{ мм}^3$$

$$W_2 = 0.2 \cdot 9^3 = 145.8 \text{ мм}^3$$

$$\tau_1 = \frac{M_{кр1}}{W_1} = \frac{2.2 \cdot 10^3}{77} = 28.6 \text{ МПа} \leq [\tau] = 840 \text{ МПа}$$

$$\tau_2 = \frac{M_{кр2}}{W_2} = \frac{4.12 \cdot 10^3}{145.8} = 28.25 \text{ МПа} \leq [\tau] = 840 \text{ МПа}$$

Таким чином на розглянутій операції необхідна міцність забезпечена.

8. Виконуємо перевірку по поздовжній жорсткості свердла: осьове зусилля свердління не повинно перевищувати граничного значення, що допускається поздовжньою жорсткістю стержня (свердла), $P_{ж.св.}$

$$P_o \leq P_{ж.св.} \quad (1.35)$$

$$P_{ж.св.} = \frac{K_y \cdot E \cdot I}{l} \quad (1.36)$$

де K_y – коефіцієнт стійкості проти поздовжнього вигину, $K_y = 2.46$

E – модуль пружності матеріалу свердла (для швидкорізальної сталі $E = 2.1 \cdot 10^5$ МПа)

I – момент інерції поперечного перерізу свердла

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = 0.049 D^4 \quad (1.37)$$

l – довжина свердла від місця закріплення до кінця робочої частини, $l = 60$ мм

$$I_1 = 0,049 \cdot 7,3^4 = 139,2 \text{ мм}^4$$

$$I_2 = 0,049 \cdot 9^4 = 321,5 \text{ мм}^4$$

$$P_{ж.св1} = \frac{2,46 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 139,2 \cdot 10^{-12}}{0,06^2} = 49139H$$

$$P_{ж.св2} = \frac{2,46 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 321,5 \cdot 10^{-12}}{0,06^2} = 46135H$$

$$P_1 = 6429H \leq P_{ж.св.} = 49139H$$

$$P_2 = 7927H \leq P_{ж.св.} = 46135H$$

9. Розрахуємо основний машинний час:

$$t_o = L_{р.х} / S \cdot n,$$

где $L_{р.х}$ – довжина робочого ходу

$$L_{р.х} = l_{рез} + l_{вр} + l_{пер}$$

$$l_{вр} + l_{пер} = \frac{5 \text{ мм}}{4+5} [9, \text{т. 3, с. 620}]$$

$$t_{oi} = \frac{36}{6} \cdot \frac{1}{0,06 \cdot 160} + \frac{18}{6} \cdot \frac{1}{0,06 \cdot 160} + \frac{18}{6} \cdot \frac{7+5}{0,06 \cdot 160} = 12,19 \text{ мин}$$

II Етап: Зенкування

1. Глибина різання:

$$t_1 = \frac{d}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

2. Подача:

$$S_P = S_T \cdot K_{S_T} \tag{1.38}$$

$$K_{S_T} = k_{S_d} \cdot k_{S_M} \tag{1.39}$$

k_{sd} - коефіцієнт, що враховує характер отвору;

k_{sm} - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі;

S_T - табличне значення подачі;

$$S_T = 0,7 \text{ мм/об.} [8, \text{т. 73, с. 276}]$$

$$k_{sd} = 1; k_{sm} = 0,23.$$

$$S_p = 0,7 \cdot 1 \cdot 0,23 = 0,16 \text{ мм / об.}$$

3. Швидкість обертання деталі

$$V_P = V_T \cdot K_v \quad (1.40)$$

$$K_v = k_{vm} \cdot k_{vd} \cdot k_{vi} \cdot k_{vt} \cdot k_{vi} \cdot k_{vo} \quad (1.41)$$

де V_T - табличне значення швидкості різання м/хв;

k_{vm} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

k_{vd} - коефіцієнт, що враховує тип отвору;

k_{vi} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;

k_{vt} - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

k_{vo} - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$V_{T1} = 5,5 \text{ м/мин}$ [8, т. 82, с. 282] - для отверстий пов. 74 и пов. 77;

$V_{T2} = 6,1 \text{ м/мин}$ [8, т. 82, с. 282] - для отверстий пов. 76;

$k_{vm} = 0,67$; $k_{vd} = 1$; $k_{vi} = 1,47$; $k_{vt} = 1$; $k_{vo} = 1$ [8, т. 85, с. 283].

$$V_{P1} = 5,5 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1,47 \cdot 1 \cdot 1 = 5,4 \text{ м / мин}$$

$$V_{P2} = 6,1 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1,47 \cdot 1 \cdot 1 = 6 \text{ м / мин}$$

4. Число оборотів шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d}$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 5,4}{3,14 \cdot 8,3} = 207 \text{ мм / об.}$$

$$n_{1CT} = 200 \text{ об. / мин}$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 6}{3,14 \cdot 10} = 191 \text{ мм / об.}$$

$$n_{2CT} = 200 \text{ об. / мин}$$

5. Дійсна швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{\pi d n_{CT}}{1000}$$

$$V_{d1} = \frac{3,14 \cdot 8,3 \cdot 200}{1000} = 5,2 \text{ м / мин}$$

$$V_{d1} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 200}{1000} = 6,28 \text{ м / мин}$$

6. Розрахуємо:

$$M_{kp} = 10C_M D^q t^x S^y K_p \quad (1.42)$$

$$P_O = 10C_p t^x S^y K_p \quad (1.43)$$

де $K_p = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі [6, т. 9, с.277];

Визначаємо значення коефіцієнтів і показників ступеня у формулі для розрахунку крутного моменту [6, т. 32, с. 281]:

$$C_M = 0,106; q = 1; x = 0,9; y = 0,8.$$

Підставивши ці значення в вищевказані формули отримаємо:
 $M_{kp_1} = 10 \cdot 0,106 \cdot 8,3^1 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 0,75 = 0,81 H \cdot m$ - для отворів пов.74 и пов.77;

$$M_{kp_1} = 10 \cdot 0,106 \cdot 9^1 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 0,75 = 0,88 H \cdot m$$
 - для отворів пов.76.

7. Виконуємо перевірку по допустимій потужності різання:

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750} < N_{ст} \quad (1.44)$$

$$N_{e1} = \frac{0,81 \cdot 200}{9750} = 0,01 < 5 \text{ кВт}$$

$$N_{e2} = \frac{0,88 \cdot 200}{9750} = 0,018 < 5 \text{ кВт}$$

8. Розрахуємо основний машинний час:

$$t_o = L_{p.x} / S \cdot n \quad (1.45)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу

$$L_{p.x} = l_{рез} + l_{вр} + l_{пер} \quad (1.46)$$

$$l_{вр} + l_{пер} = 5 \text{ мм} [9, \text{ т. 3, с. 620}]$$

$$t_{ол} = \frac{36}{6} \cdot \frac{4+5}{0,16 \cdot 200} + \frac{18}{6} \cdot \frac{4+5}{0,16 \cdot 200} + \frac{18}{6} \cdot \frac{7+5}{0,16 \cdot 200} = 3,65 \text{ мин}$$

III розгортання чорнове

1.

Припуск на обробку по діаметру становить:

$$t = \frac{0,18}{2} = 0,09 \text{ мм}$$

2. Подача:

$$K_{S_T} = k_{S_g} \cdot k_{S_M} \quad (1.47)$$

де k_{sd} - коефіцієнт, що враховує характер отвори;

k_{SM} - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі;

S_T - табличне значення подачі.

$$S_T = 0,8 \text{ мм/об.} [8, \text{ т. 86, с. 285}]$$

$$k_{sd} = 1; k_{SM} = 0,5 [8, \text{ т. 86, с. 285}].$$

$$S_p = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ мм/об.}$$

3. швидкість різання:

$$K_{V_T} = k_{V_M} \cdot k_{V_H} \cdot k_{V_T} \cdot k_{V_O} \quad (1.48)$$

де V_T - табличне значення швидкості різання м/мин;

k_{V_M} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

k_{V_H} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;;

k_{V_T} - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

k_{V_O} - коефіцієнт, що враховує умови обробки.

$$V_T = 2,6 \text{ м/мин} [8, \text{ т. 95, с. 290}]$$

$$k_{V_M} = 0,8; k_{V_H} = 1; k_{V_T} = 1; k_{V_O} = 1 [8, \text{ т. 98, с. 291}]$$

$$V_p = 2,6 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2 \text{ м/мин}$$

4. Число оборотів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 2}{3,14 \cdot 8,48} = 76 \text{ об./мин}$$

$$n_{cm} = 90 \text{ об./мин}$$

5.

Дійсна швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 8,48 \cdot 90}{1000} = 2,4_{\text{м}} / \text{мин}$$

6.

Розрахуємо основний машинний час:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5 \text{ мм} [9, \text{т. 3, с. 620}]$$

$$L_{\text{р.х}} = \frac{36}{6} \cdot (4+5) + \frac{18}{6} \cdot (4+5) = 81_{\text{мм}}$$

$$t_{\text{ош}} = \frac{81}{0,4 \cdot 90} = 2,25_{\text{мин}}$$

IV Розгортання чистове

1. Припуск на обробку по діаметру становить:

$$t = \frac{0,02}{2} = 0,01_{\text{мм}}$$

2. Подача:

$$K_{S_T} = k_{S_e} \cdot k_{S_M} \quad (1.49)$$

де k_{sd} - коефіцієнт, що враховує характер отвори; k_{SM} - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі; S_T - табличне значення подачі.

$$S_T = 0,5_{\text{мм}} / \text{об.} [8, \text{т. 86, с. 285}]$$

$$k_{sd} = 1; k_{SM} = 0,33 [8, \text{т. 86, с. 285}].$$

$$S_p = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,33 = 0,17_{\text{мм}} / \text{об.}$$

3. Швидкість різання:

$$K_{V_T} = k_{V_M} \cdot k_{V_H} \cdot k_{V_T} \cdot k_{V_O} \quad (1.50)$$

де V_T - табличне значення швидкості різання м / хв; k_{V_M} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

k_{V_H} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;

k_{V_T} - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

k_{V_O} - коефіцієнт, що враховує умови обробки.

$$V_T = 4,1 \text{ м / мин} [8, \text{ т. 95, с. 290}]$$

$$k_{V_M} = 1; k_{V_H} = 1; k_{V_T} = 1; k_{V_O} = 1 [8, \text{ т. 98, с. 291}]$$

$$V_P = 4,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4,1 \text{ м / мин}$$

4. Число обертів шпінделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 4,1}{3,14 \cdot 8,5} = 153 \text{ об. / мин}$$

$$n_{cm} = 160 \text{ об. / мин}$$

5. Дійсна швидкість обертання деталі:

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 160}{1000} = 4,3 \text{ м / мин}$$

6. Розрахуємо основний машинний час:

$$l_{вр} + l_{пер} = 5 \text{ мм} [9, \text{ т. 3, с. 620}]$$

$$L_{р.х} = \frac{36}{6} \cdot (4 + 5) + \frac{18}{6} \cdot (4 + 5) = 81 \text{ мм}$$

$$t_{OIV} = \frac{81}{0,17 \cdot 160} = 3 \text{ мин}$$

V Зенкування фасок

1. Припуск на обробку становить:

$$t = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ мм}$$

2. Подача:

$$K_{S_T} = k_{S_e} \cdot k_{S_M} \quad (1.51)$$

де k_{sd} - коефіцієнт, що враховує характер отвори;

k_{SM} - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі;

S_T - табличне значення подачі.

$$S_T = 0,5 \text{ мм / об.} [8, \text{ т. 86, с. 285}]$$

$$k_{sd} = 1; k_{SM} = 0,33 [8, \text{ т. 86, с. 285}].$$

$$S_p = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,33 = 0,17 \text{ мм / об.}$$

3. Швидкість різання:

$$K_{V_T} = k_{V_M} \cdot k_{V_H} \cdot k_{V_T} \cdot k_{V_O} \quad (1.52)$$

де V_T - табличне значення швидкості різання м / хв;

k_{V_M} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

k_{V_H} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;

k_{V_T} - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту;

k_{V_O} - коефіцієнт, що враховує умови обробки.

$$V_T = 4,1 \text{ м / мин} [8, \text{ т. 95, с. 290}]$$

$$k_{V_M} = 1; k_{V_H} = 1; k_{V_T} = 1; k_{V_O} = 1 [8, \text{ т. 98, с. 291}]$$

$$V_p = 4,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4,1 \text{ м / мин}$$

4. Число обертів шпінделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 4,1}{3,14 \cdot 8,5} = 153 \text{ об. / мин}$$

$$n_{ст} = 160 \text{ об. / мин}$$

5. Дійсна швидкість оберту деталі:

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 160}{1000} = 4,3 \text{ м / мин}$$

6. Розрахуємо основний машинний час:

$$l_{вр} = 5 \text{ мм} [9, \text{ т. 3, с. 620}]$$

$$l_{пер} = 0 \text{ мм.}$$

$$t_o = 36 \frac{0,5 + 2}{0,17 \cdot 160} = 3,3 \text{ мин}$$

Таким чином основний час операції становить:

$$t_o = t_{OI} + t_{OH} + t_{OSH} + t_{OIV} + t_{OV} = 12,19 + 3,65 + 2,25 + 3 + 3,3 = 24,39 \text{ мин}$$

Операція 80: Протяжна

Заготівлка-штамповка з наступною обробкою

Матеріал: сплав ХН73МБТЮ-ВД

Верстат: горизонтально-протяжний 7А520

В ході операції відбувається протягування 147 пазів диска пов. , Форма яких формується за три етапи: перший - протягування попереднє, другий і третій - протягування остаточне.

Ріжучий інструмент:

1) Протяжка $L=1500$ $l=1325$ ВК8 $z=24$;

2) Протяжка $L=1000$ $l=875$ ВК8 $z=24$;

3) Протяжка $L=1000$ $l=875$ ВК8 $z=24$.

1. Подача на зуб протяжки:

$$S_{zp} = S_{zm} \cdot K_{S_{zm}} \quad (1.53)$$

$$K_{S_{zm}} = k_{S_{\phi}} \cdot k_{S_p} \cdot k_{S_{\pi}} \quad (1.54)$$

де S_{zm} - табличне значіння подачі,

$k_{S_{\phi}}$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні

k_{S_p} – коефіцієнт, що враховує схему різання

$k_{S_{\pi}}$ - коефіцієнт, що враховує якість поверхні

Для попереднього протягування:

$$k_{S_{\phi}} = 1; \quad k_{S_p} = 0,8; \quad k_{S_{\pi}} = 1,2 \quad [8, \text{т. 101, с. 293}].$$

Для першого остаточного протягування:

$$k_{S_{\phi}} = 0,8; \quad k_{S_p} = 0,8; \quad k_{S_{\pi}} = 1 \quad [8, \text{т. 101, с. 293}].$$

Для другого остаточного протягування:

$$k_{S_{\phi}} = 0,8; \quad k_{S_p} = 0,8; \quad k_{S_{\pi}} = 0,7 \quad [8, \text{т. 101, с. 293}].$$

$S_{zm} = 0,03 \text{ мм / зуб}$ при ширині зуба протягання $B = 3,5 \text{ мм}$ - для попереднього протягування [8, т. 100, с. 293];

$$S_{zp1} = 0,032 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 0,03 \text{ мм / зуб} ;$$

$$S_{zp2} = 0,032 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,02 \text{ мм / зуб} ;$$

$$S_{zp3} = 0,032 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,015 \text{ мм / зуб} .$$

2. Швидкість різання:

$$V_p = V_T K_{V_T} \quad (1.55)$$

$$K_{V_T} = k_{V_H} \cdot k_{V_P} \cdot k_{V_Z} \quad (1.56)$$

де k_{V_H} - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту;

k_{V_P} - коефіцієнт, що враховує схему різання;

k_{V_Z} - коефіцієнт, що враховує якість поверхні.

$$V_{T1} = 6,2 \text{ м / мин} [8, \text{ т.103, с. 294}],$$

$$V_{T2} = 7,1 \text{ м / мин} [8, \text{ т.103, с. 294}],$$

$$V_{T3} = 7,5 \text{ м / мин} [8, \text{ т.103, с. 294}].$$

Поправочні коефіцієнти на швидкість:

Для попереднього протягування:

$$k_{V_H} = 0,8; k_{V_P} = 0,8; k_{V_Z} = 1,2 [8, \text{ т.104, с. 295}];$$

Для першого остаточного протягування:

$$k_{V_H} = 0,8; k_{V_P} = 0,8; k_{V_Z} = 1 [8, \text{ т.104, с. 295}];$$

Для другого остаточного протягування:

$$k_{V_H} = 0,8; k_{V_P} = 0,8; k_{V_Z} = 0,7 [8, \text{ т.104, с. 295}].$$

$$V_{P1} = 6,2 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 4,8 \text{ м / мин},$$

$$V_{P2} = 7,1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4,5 \text{ м / мин},$$

$$V_{P3} = 7,5 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 3,4 \text{ м / мин},$$

Швидкість холостого ходу протягання становить:

$$V_X = 25 \text{ м / мин}$$

3. Найбільше число одночасно працюючих зубів:

$$z_i = \frac{l_u}{t} + 1 \quad (1.57)$$

де $t = 1,25 \div 1,5 \sqrt{l_u} = 1,25 \cdot \sqrt{17,7} = 5,25 \approx 6$ - крок зубів протягання.

l_u – довжина простягаємо поверхні.

$$z_i = \frac{17,7}{10} + 1 = 2,77 \approx 3$$

Сумарна довжина ріжучих крайок, що одночасно беруть участь в різанні:

$$\Sigma b = \frac{b_u n}{z_c} z_i \quad (1.58)$$

де b_u – ширина протяжної поверхні

n - число пазів, оброблюваних одночасно;

z_c - число зубців в секції;

z_1 - найбільше число одночасно працюючих зубів.

$$\Sigma b = \frac{3,7 \cdot 1}{1} 3 = 11,1 \text{ мм}$$

Сила протягування:

$$P_z = F \cdot \Sigma b \quad (1.59)$$

$$P_z = 10,5 \cdot 11,1 = 116,55 \text{ кГ}$$

Необхідна сила протягування не перевищує тягової сили верстата, що дорівнює 10 т.

4. Розрахуємо основне машинний час:

Основний час при роботі на протяжних верстатах визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L_{px} K}{1000 V q} \quad (1.60)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу;

V – швидкість робочого ходу в м/хв

q – кількість одночасно оброблюваних деталей.

$$L_{px} = l_u + l_{p.ч.} + l_{пер.} \quad (1.61)$$

де l_u – довжина простягаємо поверхні;

$l_{p.ч.}$ – довжина робочої частини протягання

$l_{пер.}$ – довжина перебігаючи протягання ($l_{пер.} = 30 \dots 50 \text{ мм}$).

$$t_o^P = \left[\frac{\text{Основний час робочих ходів;}}{(17,7+1500+30)} + \frac{(17,7+1000+30)}{1000 \cdot 4,8 \cdot 1} + \frac{(17,7+1000+30)}{1000 \cdot 3,4 \cdot 1} \right] 147 = 126,92 \text{ мин}$$

$$t_o^X = \left[\frac{\text{Основний}}{(17,7+1500+30)} + \frac{\text{час}}{(17,7+1000+30)} + \frac{(17,7+1000+30)}{1000 \cdot 30 \cdot 1} \right] \text{ХОЛОСТИХ} \quad \text{ходів:} \quad 147 = 15,92 \text{ мин}$$

$$t_o = t_o^X + t_o^X = 126,92 + 15,92 = 142,84 \text{ мин}$$

Таблиця 1.6 - Режими різання за операціями

№ та найменування операції, вид обробки	Подача S, мм/об.	Частота обертів шпинделя n, об. / Хв	Дійсна швидкість V, мм / хв
1	2	3	4
020 Токарська з ЧПК -продольное -поперечне	1,55 1,2	5 5	10,9 10,9
025 Токарська з ЧПК -продольное -поперечне	1,55 1,2	5 5	10,9 10,9
035 Токарна з ЧПК	0,25	10	21
050 Токарна з ЧПК	0,25	10	21
055 Токарна з ЧПК	0,25	10	21
060 Токарна з ЧПК	0,25	10	21
065 свердлильна	0,06	160	3,7
-свердління	0,06	160	4,5
-свердління	0,16	200	5,2
-зенкування	0,16	200	6,28
-зенкування	0,4	90	2,4
-розгортання чорнове			
-розгортання чистове	0,17	160	4,3
070 Свердлильна			
-свердління	0,06	160	3,7
-зенкування	0,16	200	5,2
-розгортання чорнове	0,4	90	2,4
-зенковка	0,17	160	4,3
	0,4	90	2,4
076 Свердлильна	0,2	125	3,3
080 Протяжна			
-чорнове	0,03	-	6,2
-чистове	0,02	-	7,1
-чистове	0,015	-	7,5

1.7. Визначення норм часу і одній- калькуляційного часу

Під технічною нормою часу розуміють тривалість часу, необхідного для виконання операції. Нормою часу в умовах серійного виробництва є штучно - калькуляційне час..

$$t_{шт-к} = t_{шт} + t_{п.з.}/n \quad (1.62)$$

де n – число деталей в партії, хв;

$t_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час, хв;

$t_{шт}$ – штучний час, хв (норма часу на одну деталь).

$$t_{шт} = t_o + t_B + t_{об} + t_{п} \quad (1.63)$$

де t_o – основний (машинний) час, хв;

t_B – допоміжний час, хв;

$t_{об}$ – час обслуговування робочого місця, хв;

$t_{п}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби, хв.

$$t_B = t_{у.с.} + t_{з.о.} + t_{уп} + t_{из} \quad (1.64)$$

де $t_{у.с.}$ – час на установку і зняття деталі, хв;

$t_{з.о.}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв;

$t_{уп}$ – час на прийоми управління, хв;

$t_{из}$ – час на вимірювання деталі, хв.

Оперативне час:

$$t_{оп} = t_o + t_B \quad (1.65)$$

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби визначається за формулою

$$t_{обс} = t_o \cdot \frac{a_{обс}}{100} \quad (1.66)$$

$$t_{отд} = t_o \cdot \frac{a_{омд}}{100} \quad (1.67)$$

де $a_{обс}$ и $a_{отд}$ –

відповідно час на обслуговування робочого місця, перерва на відпочинок і природні потреби, в процентах від оперативного часу.

Кількість деталей в партії для одного тимчасового запуску визначається за формулою: $n = 10$ штук;

Операція 020: Токарна

Визначаємо допоміжний час:

$$t_B = t_{у.с.} + t_{пер} + t_k \quad (1.68)$$

де $t_{у.с.} = 1,2$ хв – час на установку і зняття деталі [10, к. 51, с. 138]

$t_{пер.}$ – час, пов'язане з переходом, що має в своєму складі такі дії:

- включити-вимкнути верстат,
- засунути-відвести захисний щиток токарного верстата,
- підвести-відвести інструмент в початкове положення.

$$t_{пер.} = 0,03 + 0,03 + 0,15 = 0,21 \text{ хв [5, т. 16, с. 618]}$$

t_k – час на контрольні вимірювання,

$$t_k = 1 \cdot 0,26 = 0,26 \text{ хв [10, к. 64, с. 160]}$$

Таким чином $t_B = 1,2 + 0,21 + 0,26 = 1,67$ хв.

Оперативний час:

$$t_{оп} = t_o + t_B = 155,26 + 1,67 = 156,93 \text{ хв}$$

визначаємо штучне час:

$$t_{шт} = t_{оп} + \frac{t_{оп} \cdot \alpha_{обс.}}{100} \quad (1.69)$$

$$\alpha_{обс} = 10 \% [5, т. 12, с. 605];$$

$$t_{шт} = 1,1 \cdot t_{оп} = 1,1 \cdot 156,93 = 172 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо заключний час:

$$t_{п.з} = 40 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + t_{п.з.}/n = 172 + 40/6 = 178,7 \text{ хв};$$

Операція 065. Свердлильна

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$\text{де } t_{у.с} = 0,48 + 1,9 = 2,38 \text{ хв [10, к. 44, с. 290];}$$

$$t_{пер.} = 0,05 + 0,11 + 0,07 + 0,01 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + (36 + 18 + 18)0,04 + 0,06 + 0,015 = 3,255 \text{ хв [10, к. 45, 46, 47, с. 294]}$$

t_k – час на контрольні вимірювання;

$$t_k = 0,12 \text{ хв [10, к. 64, с. 163]}$$

Отже допоміжне час складе:

$$t_B = 2,38 + 3,255 + 0,12 = 5,76 \text{ хв};$$

Визначаємо время:

$$t_{оп} = 24,39 + 5,76 = 30,15 \text{ хв}$$

Визначаємо час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби:

$$a_{abc} = 1,5\% [10, к. 50, с. 302];$$

$$a_{отд} = 9\% [10, к. 50, с. 302];$$

Визначаємо штучний час:

$$t_{шт} = t_{оп} + \frac{t_{оп} \cdot (\alpha_{обс.} + \alpha_{отд.})}{100} = 28,31 + \frac{28,31 \cdot (1,5 + 9)}{100} = 30,87 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо заключний час:

$$t_{п.з} = t_{п.з1} + t_{п.з2} + t_{п.з3} = 4 + 1 + 5 = 10 \text{ хв}$$

де $t_{п.з1} = 4 \text{ хв}$ - підготовительно- заключний час на прийоми, яке увійшло в комплекс [5, т. 13, с. 609];

$t_{п.з} = 1$ хв – час на додаткові прийоми, які не ввійшли в комплексі [5, т. 13, с. 609];

$t_{п.з3} = 5$ хв – час пробної обробки деталей

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$t_{шт-к} = 30,87 + 10/6 = 32,5 \text{ хв.}$$

Операція 080. Протяжна

Визначаємо допоміжний час:

$$t_{у.с} = 0,135 \text{ хв [10, к. 10, с. 587];}$$

$t_{п.п}$ – час, на комплекс прийомів при зовнішньому протягуванні, деталей в пристосуванні; $t_{п.п} = 0,145 \text{ хв [10, к. 9, с. 587]};$

$t_{о.п.}$ – час, на окремі прийоми при протягуванні

$$t_{о.п.} = 0,06 \cdot 15 = 0,9 \text{ хв}$$

Отримуємо $t_B = 0,145 + 0,135 + 0,9 = 1,18 \text{ хв}$

оперативне час:

$$t_{оп} = 142,84 + 1,18 = 144,02 \text{ хв}$$

Визначаємо час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби:

$$a_{абс} = 3 \% \quad a_{отд} = 4 \%$$

Визначаємо штучний час:

$$t_{шт} = \frac{144,02 + \frac{144,02 \cdot (3 + 4)}{100}}{1} = 154,1 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо заключний час:

$$t_{п.з} = 14 \text{ хв [10, к.15, с. 590]}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$t_{шт-к} = 154,1 + 14/6 = 156,5 \text{ хв;}$$

Результати технологічного нормування операцій механічної обробки представлені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Норми часу по операціях

№	Найменування операції	модель верстата	t_o	t_b	$t_{оп}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$t_{шт-к}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
020	Токарна	1A512Ф3	155,26	1,67	156,93	172	40	178,7
025	Токарна	1A512Ф3	59,88	1,07	60,95	67,05	40	73,72
030	Токарна з ЧПК	МК-6713	323,1	2,45	325,55	358,2	74	370,53
035	Токарна з ЧПК	МК-6713	296,5	2,45	298,95	328,85	74	341,3
050	Токарна з ЧПК	1A512Ф3	18,4	1,34	19,74	21,7	61	32
055	Токарна з ЧПК	РТ-2000IV	618,6	8,32	626,92	689,6	80	703
060	Токарна з ЧПК	1A512Ф3	66	1,34	67,34	74,07	61	84,24
061	Слюсарна	-	-	-	-	-	-	60
062	Слюсарна	-	-	-	-	-	-	40
065	Свердлильна	2A55	24,39	5,76	30,15	30,87	10	32,5
070	Свердлильна	2A55	10,93	4,32	15,25	15,62	10	17,28
075	Свердлильна	Верстак	1,7	1,19	2,89	2,96	10	4,62
076	Свердлильна з ЧПК	2P135Ф2	6,5	1,1	7,6	7,78	10	8,78
080	Протяжна	7A520	142,84	1,18	144,02	154,1	14	156,5

1.8 Розробка РТК УП

1.8.1 Розробка розрахунково-технологічної карти обробки деталі

Вихідні дані:

Заготовка-штамповка з послідуною обробкою

Матеріал: сплав ХН73МБТЮ-ВД

Станок МК-6713

Визначимо настроювальні розміри для оброблюваних поверхонь по формулі :

$$A_{\text{настр.}} = (A_{\text{max}} + A_{\text{min}}) / 2 \quad (1.70)$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю.1.8

Таблиця 1.8- Розрахункові настроювальні розміри

№	Операційний розмір	Налагоджувальний розмір
1	20,7 _{-0,28}	20,56
2	35 ^{0,3}	3,65
3	33,8 ^{0,34}	34
4	4,5 _{-0,35}	4,35
5	8,1 _{-0,36}	7,9
6	41,5 ^{+0,34}	41,7
7	40 ^{+0,34}	40,2
8	11 _{-0,43}	10,8
9	5,2 _{-0,48}	5
10	30,8 ^{+0,34}	31
11	29,2 _{-0,28}	29,06
12	Ø713,2 _{-0,5}	
13	704,5 ⁺²	705
14	666 ⁺²	
15	362,5 _{-0,6}	362,1
16	323,3 _{-1,4}	
17	270 _{-0,68}	269,66
18	227,35 ^{+1,15}	

1. Вибираємо початок координат деталі.

Початок системи відліку - перетин осей X, Z. Вісь Z збігається з віссю обертання деталі. Ось X є опорною базою деталі.

Позитивний напрямок показано стрілками.

2. Координати "нульовий" точки еталонного інструменту для даного верстата з фіксованим положенням супорта становить: $X_E = 800$, $Z_E = 800$

1.8.2 Визначення послідовності обробки поверхонь деталі

Призначення припусків по переходах; вибір ріжучого інструменту; розрахунок режимів різання. Все це можна здійснити для одного з переходів операції 035, описуваного ділянкою траєкторії 105-112 (див. Додаток).

Вихідні дані:

Заготовка-штамповка с последующей обработкой

Станок: токарно-карусельный 1512

Різець прохідний $\varphi=45^\circ$ 12x20x280 BK8 R1,2мм ГОСТ18883-73

1. Глибина різання

$$t_1 = l_{заг}^{\max} - l_{дет}^{\min} = 57,5 - 34 - 22,5 = 1,2 \text{ мм};$$

2. Визначимо подачу за формулою:

$$S_{r1} = 0,32 \text{ мм/об. [8, т.26, с.237]}$$

$$k_{S_{II}} = 1; k_{S_{II}} = 1; k_{S_{ж}} = 1; k_{S_M} = 0,78. [8, т.30, с.238]$$

$$S_{p1} = 0,32 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,78 = 0,25 \text{ мм/об.}$$

3. Визначаємо швидкість головного руху різання по формулі:

$$V_{T1} = 37 \text{ м/мин [8, т. 44, с. 248];}$$

Поправочні коефіцієнти на швидкість різання:

$$k_{VM} = 0,55; k_{V_{II}} = 1; k_{V_{\varphi}} = 1; k_{V_1} = 1; k_{V_{жс}} = 1; k_{V_n} = 1; k_{V_o} = 1. [8, т. 48, с. 249]$$

$$V_{p1} = V_{p2} = 37 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 20 \text{ м/мин}$$

4. Число оборотів шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 669,5} = 9,51 \text{ об./мин};$$

$$n_{cm1} = 10 \text{ об./мин.};$$

5. Дійсна швидкість різання:

$$V_{o1} = \frac{3,14 \cdot 669,5 \cdot 10}{1000} = 21 \text{ м/мин}$$

1.8.3. Автоматизований розрахунок керуючої програми

Система САПР ЄС призначена для автоматизації підготовки управляючих програм. Вона дозволяє виключити процедуру розрахунку абсолютних координат і збільшень опорних точок траєкторії.

Для даної операції розроблена програма в системі САПР ЄС і отримана керуюча програма в кадрах верстата для першого різця.

У програмі обробки поверхні диска обробка здійснюється по еквідистанті до поверхні. Розділ даних містить опис дані розрахунку настроювальних розмірів.

У розділі процедур застосовані технологічні команди включення і відключення обертання шпинделя верстата, подачі МОР, повернення інструменту в нуль, команди, що визначають частоту обертання шпинделя верстата і подачу інструменту.

1.8.4 Опис і розрахунок РТК УП (для свердлильної операції)

Розробка розрахунково-технологічної карти обробки деталі

Вихідні данні:

Заготовка-штамповка з наступною обробкою

Матеріал сплав ХН73МБТЮ-ВД

Станок МК-6713

Визначимо настроювальні розміри для оброблюваних поверхонь по формулі

1.26

Результати розрахунків зводимо у таблиці.1.9

Таблиця 1.9-Розрахункові настроювальні розміри

№	Операційний розмір	Налагоджувальний розмір
1	$0,6^{+0,3}$	0,75
2	$659,45 \pm 0,1$	659,45

Визначення послідовності обробки поверхонь деталі;

призначення припусків по переходах; вибір ріжучого інструменту;
розрахунок режимів різання.

Операція 076 - Свердлильная

Заготовка-штамповка з наступною обробкою

Станок: вертикально-сверлильный з ЧПК 1A512Ф3

Інструмент: зенківка спеціальна з циліндричним хвостовиком $\varnothing 13 \quad \varphi = 90^\circ$

L=90 P9K5

1. Подача:

$$S_T = 0,4 \text{ мм / об.} [8, \text{ т. 86, с. 285}]$$

$$k_{sd}=1; k_{sm}=0,5 [8, \text{ т. 86, с. 285}].$$

$$S_p = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ мм / об.}$$

2. Швидкість різання:

$$V_T = 2,6 \text{ м / мин} [8, \text{ т. 95, с. 290}]$$

$$k_{V_m} = 0,8; k_{V_H} = 1; k_{V_T} = 1; k_{V_o} = 1 [8, \text{ т. 98, с. 291}]$$

$$V_p = 2,6 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2 \text{ м / мин}$$

3. Число обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 3,2}{3,14 \cdot 8,7} = 117 \text{ об. / мин}$$

$$n_{cm} = 125 \text{ об. / мин}$$

4. Дійсна швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 8,7 \cdot 125}{1000} = 3,4 \text{ м / мин}$$

5. Розрахуємо основний машинний час:

$$l_{вр} + l_{пер} = 5 \text{ мм [9, т. 3, с. 620]}$$

$$L_{р.х} = (5 + 4)36 = 324 \text{ мм}$$

$$t_o = \frac{81}{0,4 \cdot 125} = 6,5 \text{ мин}$$

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування сверлильного пристосування

2.1.1 Опис конструкції і принципу роботи

Верстатні пристосування застосовують для установки заготовок на металорізальні верстати, при цьому повинні забезпечуватися: надійне утримання заготовки при обробці, необхідна точність обробки і дотримання техніки безпеки. Спроекуємо робоче пристосування для операції 065 сверлильной, на котрій виконується обробка 36 отворів $\varnothing 7,3$ на $\varnothing 650$ мм, 18 отворів $\varnothing 7,3$ на $\varnothing 345$ мм та 18 отворів $\varnothing 9$ на $\varnothing 340$ мм. Пристосуванням служить кондуктор. Напрямок свердла забезпечується змінними кондукторних втулками. Обробка проводиться на радіально свердильному верстаті 2А55, до столу верстата кріпитися кільце 2, до якого за допомогою штифта 14 прикріплена шайба 3, вони є жорсткою опорою для деталі (диска). Центрування кондуктора 1 на диск здійснюється по $\varnothing 679$ мм.

З метою скорочення часу, застосовується 6 шпиндельная головка, обробка 36 отворів буде здійснюватися одночасно, застосування багатошпиндельних головок дозволяє значно прискорити процес обробки партії деталей, що є економічно вигідно. Багатошпиндельних головками закріплена до верстата за допомогою перехідника 7, а також двома напрямними валами 6. Від шестерні 3 через паразитні шестірні обертання передається шестерням 8, які встановлені на робочі шпинделі з напруженої посадкою і утримуються від повороту сегментними шпонками 39. В розраховуванному пристосуванні затискним пристроєм є пружини, основне їх призначення-надійне закріплення заготовки в процесі її обробки.

2.1.2 Розрахунок похибки установки деталі

Похибка установки деталі в пристосуванні враховується при розрахунку припусків на механічну обробку деталі і залежить від конструкції пристосування.

Похибка установки - це різниця граничних відхилень вимірювальної бази щодо встановленого на розмір ріжучого інструменту, що виникає в процесі базування і закріплення заготовки.

Розрахункова схема для визначення похибки установки показана на рис.2.1. Деталь в процесі обробки встановлюється на центратор з зазором. При цьому вимірювальної базою є вісь деталі, а настроювальної базой- вісь центратору.

Похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{баз}^2 + \varepsilon_{закр}^2} \quad (2.1)$$

де $\varepsilon_{закр.} = 0$ - похибка закріплення- це частина похибки установки, викликана зміщенням вимірювальної бази щодо встановленого на розмір ріжучого інструменту, в слідстві того, що зім'яло микронеровностей в зоні контакту заготовка- інсталяційний елемент і пружних віджатий в слідстві прикладеної сили затиску (закріплення). Так як на пряму сили затиску і розміру обробки взаємно перпендикулярні, то похибка закріплення дорівнює нулю. $\varepsilon_{баз}$ - похибка базування - частина похибки установки, що є розбіжністю вимірювальної і настроювальної баз:

$$\varepsilon_{баз} = \frac{S_{max}}{2} = \frac{D_{o\ max} - D_{k\ min}}{2} = \frac{672,08 - 671,975}{2} = 0,0525\text{мм} \quad (2.2)$$

где $D_{обба} = \varnothing 672\text{H}7 \left(\begin{smallmatrix} +0,08 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$

$D_{кон} = \varnothing 672 \left(\begin{smallmatrix} -0,01 \\ -0,025 \end{smallmatrix} \right)$

$\varepsilon_{уст} = \varepsilon_{баз} = 0,0525\text{мм}$

З практики відомо, що похибка установки не повинна перевищувати 1/3 допуску на розмір обробки, тобто

$$\varepsilon_{уст} \leq \frac{1}{3}Td \quad (2.3)$$

$$1/3 \cdot 0,2 = 0,067$$

$$0,0525 < 0,067$$

2.1.3 Розрахунок на точність

Методика розрахунку базується на положенні, що допуск на розмір обробки повинен бути більше або дорівнює сумі похибок безпосередньо виникають в процесі обробки.

У свердлильних верстатах різальний інструмент встановлюється на розмір обробки за допомогою кондукторних втулок. Розрахункова схема показана на рисунку 2.2.

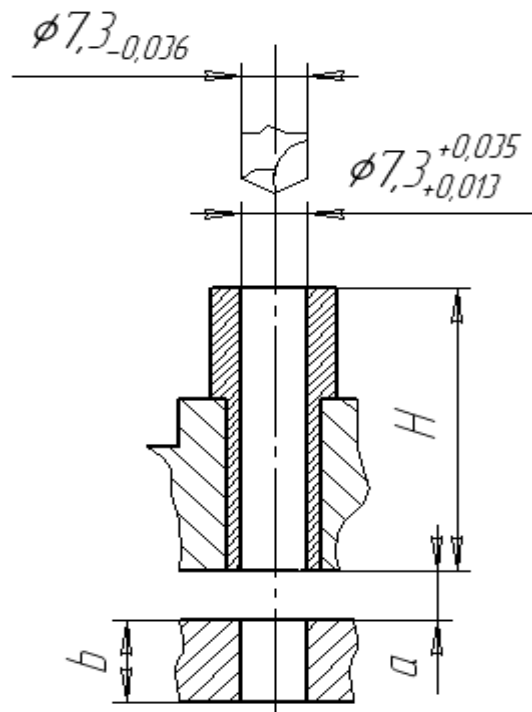


Рисунок 2.2-Розрахункова схема для розрахунку пристосування на точність

Розрахунок полягає у визначенні виконавчих розмірів на розташування осей кондукторних втулок і допусків на ці розміри.

1. Визначаємо номінальні розміри між осями кондукторних втулок, так як допуски на оброблені отвори задаються симетрично, то $L_k = L_d = 650$ мм

2. Розраховую допуск на розміри кондуктора за формулою:

$$T_k = T_d - k \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \left(\Delta_1 \cdot \frac{H + 2 \cdot a}{H}\right)^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2}, \quad (2.4)$$

де $T_d = 0,2$ мм- допуск на розмір обробки деталі;

$\varepsilon_6 = 0,0525$ – похибка базування заготовки в пристосуванні;

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення заготовки в пристосуванні;

$K = 1 \dots 1,2$, приймаємо $k = 1$;

Δ_1 –

частка похибки обробки, що залежить від зсуву осі свердла щодо отвори змінної втулки;

$$\Delta_1 = S_{\max} = d_{o \max} - d_{св. \min} = (7,3 + 0,035) - (7,3 - 0,036) = 0,071 \text{ мм} \quad (2.5)$$

$S_{\max}$ – максимальний зазор між зміною втулкою $d_{вт} = 8F8^{+0,035}_{+0,013}$ та свердлом $d_{св} = 8-0,036$ [11, т. 5.16, с. 85].

Δ_2 – частка похибки обробки, що залежить від зсуву осі змінної втулки щодо осі постійної втулки.

Так як в пристосуванні постійні кондукторні втулки відсутні $\Delta_2 = 0$.

Δ_3 – частка похибки обробки, викликана зміщенням осі свердла внаслідок ексцентриситету обох втулок;

$$\Delta_3 = 2e = 0,005 = 0,005 \text{ мм}, \quad (2.6)$$

де $e = 0,005$ – ексцентриситет кондукторної втулки;

Δ_4 – частка похибки обробки, що залежить від величини допустимого зносу змінної втулки по направляючої діаметру щодо отвори змінної втулки;

$$\Delta_4 = 0,02 \text{ мм} [11, \text{т. 5.19, с. 87}] \text{ табл. 5.19}$$

Δ_5 – частка похибки обробки, що враховує перекіс інструменту в процесі обробки

$$\Delta_5 = \Delta_1 \frac{H + 2a}{H}, \quad (2.7)$$

де $a=(0,5...0,8)d_{св}=0,5 \cdot 7,3=3,65$ мм-

відстань між кондукторной плитою і оброблюваної деталлю для виходу стружки;

$H=29$ мм- висота кондукторной втулки стр85, табл 5.16 [11, т. 5.16, с. 85].

$$\Delta_5 = 0,071 \cdot \frac{29 + 3,65}{29} = 0,08 \text{ мм}$$

Таким чином отримуємо:

$$T_k = 0,2 \cdot \sqrt{0,0525^2 + 0^2 + (0,08)^2 + 0^2 + 0,005^2 + 0,02^2} = 0,1 \text{ мм}$$

$$0,1 = \pm 0,05$$

Посилуємо до найближчого нормалізованого $\pm 0,02$

$$T_k = \varnothing 650 \pm 0,02 \text{ мм};$$

Из расчета видно, что данное приспособление по точности исполнения относится к приспособлениям повышенной точности.

2.1.4 Розрахунок необхідного зусилля кріплення заготовки

Розрахунок необхідної зусилля кріплення заготовки в процесі обробки при свердлінні декількох отворів одночасно здійснюється за формулою:

$$Q = \frac{3k\Delta p}{f\left(\frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2}\right)}$$

(2.8)

где $k=k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$

$k_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1=1$ – коефіцієнт, що враховує коливання сил різання;

$k_2=1,15$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки, опрацьований матеріал і нерівномірний знос ріжучого інструменту, (свердління)

вибирається [11, т. 6.1, с.101];

$k_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує коливання уривчастість обробки, умови плавного різання;

$k_4 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує сталість сил затиску;

$k_5 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує ручні затиски з точки зору зручності закріплення деталі;

$k_6 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вид опорної поверхні, суцільна опора (опорне кільце);

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 3,105.$$

n – кількість одночасно оброблюваних отворів;

Δ_p – величина неуравновешивающей сили визначається так:

$$\Delta_p \approx 0,0153(1 - f)P_{oc} \quad (2.9)$$

$P_{oc} = 6429H$ – осьова сила різання (см. п. 1.2.6);

Тоді $\Delta_p \approx 0,0153(1 - 0,25) = 6429$;

$f = 0,25$ – коефіцієнт тертя спокою;

$D_1 = 680mm$; $D_2 = 650mm$.

Підставивши ці значення в формулу отримаємо:

$$Q = \frac{3 \cdot 3,105 \cdot 73,77 \cdot 6}{0,25 \left(\frac{680^3 - 650^3}{680^2 - 650^2} \right)} = 998H$$

2.2 Проектування контрольного пристрою

2.2.1 Опис конструкції і принципу роботи контрольного пристосування

Пристосування призначене для контролю розміру $\varnothing = 352,5_{-0,215}^{+0,185}$.

Налаштовується пристосування на зразок, вісь індикаторних годин встановлюється по ризику (ризик на ідеалі відображає точку перетину осі паза з віссю диска). Налаштування за зразком здійснюється переміщенням движка 5 по лінійці 7, після чого задане положення фіксується гвинтами 16 (3 шт.). Встановити в диск вставку до упору в торець і зафіксувати гвинтом.

Диск базується по посадковому отвору $\varnothing 230_{+0,185}^{+0,185}$

на плиту 10. Встановлюється пристосування (скоба) на диск так, щоб опори поз.2 зцентрувати за базовим діаметру диска з упором в торець. Для компенсування зазору одну опору замінюємо на цангову розтискних оправлення, яка буде розтискати за рахунок клина, на який буде зверху діяти сила від вкручування гвинта, внаслідок чого похибка базування буде дорівнює нулю: $\varepsilon_{\delta} = 0$.

2.2.2 Вибір і обґрунтування способу вимірювання

Спосіб вимірювання контактний, тобто поверхня контрольного інструменту контактує з вимірюваною поверхнею. Гідність цього способу - простота, недолік - накопичення зносу, який поступово буде давати похибка вимірювання.

Метод вимірювання прямої - шукана величина визначається безпосередньо за показниками вимірювального приладу. Також метод відносний - при цьому методі визначається відхилення від настановної міри або зразка, за яким прилад налаштований на "0"; справжнє значення розміру визначається простим математичним обчисленням.

2.2.3 Визначення сумарної похибки вимірювання

Фактична сумарна похибка КВП розраховується за формулою:

$$\varepsilon_{\text{квп}} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_{\text{з}} + \Delta_{\text{ин}} + \Delta_t + \Delta_{\text{ус}} \quad (2. \quad)$$

де ε - похибка положення контрольованої деталі в пристосуванні.

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} = 0, \quad (2. \quad)$$

де $\varepsilon_{\text{баз}} = 0$ - похибка базування;

$\varepsilon_{\text{закр}} = 0$ – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{пр}} = 0$ - неточність виготовлення елементів пристосування, що беруть участь у формуванні розмірної ланцюга;

Δp - це похибка передавального пристрою. Оскільки в конструкції передавальний пристрій відсутній $\Delta p=0$;

$\Delta \varepsilon$ -

похибка виготовлення еталонної деталі, визначаємо за кресленням еталона $\Delta \varepsilon=40$ мкм;

$\Delta_{ин}$ – похибка, обраного засоби вимірювання. Викликана ціною поділки вимірювального пристрою. Для обраного КВП вона становить $\Delta_{ин}= 0,001$ мм = 1 мкм.

Δ_{yc} – похибка, що викликається вимірювальним зусиллям за рахунок контактної деформації. Визначаємо фактичну похибку за формулою Герца:

$$\Delta_{yc} = 0,43 \cdot K \cdot \sqrt{\frac{P_{yc}^2}{r}}, \quad (2.)$$

де P_{yc} – вимірювальне зусилля, $P_{yc} = 2$ Н

r – радіус вимірювального наконечника, $r = 3$ мм

K – коефіцієнт, що залежить від матеріалу наконечника. при наконечнику з твердого сплаву $K = 0,81$

$$\Delta_{yc} = 0,43 \cdot K \cdot \sqrt{\frac{P_{yc}^2}{r}} = 0,43 \cdot 0,81 \cdot \sqrt{\frac{2^2}{3}} = 0,38 \text{ мкм}$$

Δ_t – похибка, викликана зміною температури навколишнього середовища.

$$\Delta_t = l \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_2), \quad (2.)$$

де l – розмір вимірюваного об'єкта, $l = 352,5$ мм

α - коефіцієнт лінійного розширення, $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

$\Delta t = t_1 - t_2$ – зміна температур, $\Delta t = 5^\circ\text{C}$

$$\Delta_t = l \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_2) = 352,5 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 0,02203125 \text{ мм} = 22,2 \text{ мкм}$$

Виходячи з цих даних, сумарна похибка КВП дорівнює:

$$\varepsilon_{кип} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_\varepsilon + \Delta_{ин} + \Delta_t + \Delta_{yc} = 0+0+40+1+0,38+22,2=63,58 \text{ мкм}$$

Зіставивши фактичну похибку $\varepsilon_{кип}$ з допустимою

$$|\delta_{изм}| = \frac{1}{3} \cdot Td = \frac{1}{3} \cdot 0,215 = 0,0717 \text{ мм} = 71,7 \text{ мкм}$$

робимо висновок про те, що необхідна умова точності дотримується, так як

$$\varepsilon_{\text{кип}} = 63,38 < |\delta_{\text{изм}}| = 71,7$$

3 ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

3.1 Визначення необхідної кількості обладнання

Розрахунок кількості верстатів проведемо за формулою:

$$S_{pi} = \frac{t_{\text{ш-к.i}} \cdot N}{F_d \cdot 60} \quad (3.1)$$

,

де $t_{\text{ш-к}}$ – штучно-калькуляційний час і-ой операції, хв;

N – річна програма випуску;

$F_d = 4000$ годин - дійсний річний фонд часу роботи обладнання

Коефіцієнт завантаження обладнання розрахуємо за формулою:

$$K_{z.o.i} = \frac{S_{p.i}}{S_{\pi.i}} \quad (3.2)$$

Розрахуємо кількість верстатів і коефіцієнт завантаження обладнання.

$$S_{pi} = \frac{\sum t_{\text{ш-к.i}} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{178,7 \cdot 490}{4000 \cdot 60} = 0,36$$

Операція 020. Стани прокатні 1512

$$S_{\pi} = 1 \quad K_{z.o} = \frac{S_p}{S_{\pi}} = \frac{0,36}{1} = 0,36$$

Отримані результати зводимо до таблиці. 3.1

Операція 020. Стани прокатні 1512 (після дозавантаження)

$$S_p = \frac{\sum t_{ш-к.} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{178,7 \cdot 490 + 235,9 \cdot 490 + 222 \cdot 490 + 189,7 \cdot 490}{4000 \cdot 60} = 1,68$$

72

$$S_{\pi} = 1 \quad K_{з.о} = \frac{S_p}{S_{\pi}} = \frac{1,68}{2} = 0,84$$

Аналогічно виконуємо розрахунки за іншими операціями ТП.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці:

$$\bar{K}_3 = \frac{\sum S_p}{\sum S_{\pi}} = \frac{20,65}{25} = 0,83$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{M} \quad (3.3)$$

$$O = \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^m O_{ij}$$

де

кількість деталей - операцій, які виконуються на ділянці протягом місяця;

l- кількість різних деталей, які обробляються на ділянці;

m- номер технологічної операції;

M- кількість робочих місць (верстатів) на ділянці;

Розрахований кількість деталей-операцій, які виконуються на технологічній лінії обробки і кількість робочих місць на ділянці:

$$O = \dots = \text{деталей- операцій}$$

$$M = \sum S_{ni} =$$

$$K_{з.о.} = \frac{O}{M} =$$

Коефіцієнт закріплення операції для цеху, дільниці або потокової лінії є однією з основних характеристик типу виробництва, який визначає його серійність. Для визначення характеру серійності встановлені такі межі значень коефіцієнта $K_{з.о.}$ (ГОСТ 14.004-74)

Кз.о.=11...20 – серійне виробництво.

Відповідно до п.1.1.2 по масі деталі та програмою випуску и Кз.о.=

Остаточний тип виробництва приймаю серійний, а форму організації ТП на лінії обробки дисків непотокове.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані і результати розрахунку

Вихідні дані	N,шт	Номер операції,і													
		20	25	30	35	50	55	60	61	62	65	70	75	80	85
		Модель станка													
		1A512Ф3	1A512Ф3	МК-6713	МК-6713	1A512Ф3	РТ-1000IV	1A512Ф3	Верстак	Верстак	2A55	2A55	Верстак	2P135Ф2	7A520
		Станкоємність (шт-к. часу), хв													
Результати розрахунку	490														
		178,7													
	$\sum t_{ш-к} N$	87563													
	σ_{pi}														
	σ_{ni}	0,37	0,15	0,77	0,7	0,07	1,44	0,17	0,12	0,08	0,07	0,04	0,01	0,17	0,35
	K_{3i}	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1

3.2 Розрахунок чисельності основних робочих операторів.

Техніко економічні показники технологічної лінії

Попередньо формую зони обслуговування. Буде 2 токарних зони:

Розрахований кількість верстатів, яке може обслужити один оператор, орієнтуючись при цьому на операцію з максимальною тривалістю, по формулі:

$$m_{Si} = \frac{t_{on \max i}}{t_{paбi} + t_{nepi}} \quad (3.4)$$

Багатоверстатне обслуговування може бути застосоване в тому випадку, коли основне (машинно автоматичне) час на операцію більше суми додаткового час на інших операціях і часу, що витратиться на переходи оператора від верстата до верстата, тобто:

$$t_{on}^{\max} \geq \sum t_{paб}^{pyч} + \sum t_{nep} \quad (3.5)$$

где $t_{on}^{\max}$ -

максимальне операційний час на верстатах, намічених до об'єднання в зону обслуговування

$$t_{обсл.} = t_{paб.} = t_{всп.}$$

$$t_{nep} = 0,15 \text{ хв- час, що витрачається на перехід від верстата до верстата}$$

Розраховуємо першу зону обслуговування (1А512Ф3 - 2 шт.):

$$t_{on}^{\max} \geq \sum t_{paб}^{pyч} + \sum t_{nep}$$

$$156,33 \geq 1,07 + 1,07 + 0,15 + 0,15; \text{ час таблиця.1.9}$$

$$324,65 \geq 2,44$$

Кількість верстатів, що може обслужити оператор:

$$m_{S1} = \frac{t_{on \max 1}}{t_{paб1} + t_{nep1}} = \frac{156,33}{1,07 + 0,15} = 128,14 = 128 \text{ станков}$$

число операторів:

чоловік

$$R_1 = \frac{S_1}{m_{s1}} = \frac{2}{128} = 0,015625 = 1 \quad (3.6)$$

Призначаю 1-ого оператора;

Техніко-економічні показники зони:

Станкоємність:

$$t_{um-\kappa\Sigma} = t_{um-\kappa 020} + t_{um-\kappa 025} = 178,7 + 178,7 = 357,4 \text{ хв};$$

Трудоємність:

$$t_1 = \frac{f_{cm} \cdot R}{q_{cm}} = \frac{480 \cdot 1}{2} = 240 \text{ мин}$$

де f_{cm} - тривалість робочої зміни;

Трудомісткість кожної операції в зоні:

$$t_{020} = t_{025} = \frac{t_1}{t_{обсл.020} + t_{обсл.025}} \cdot t_{обсл.020} = \frac{240}{1,07 + 1,07} \cdot 1,07 = 120 \text{ мин}$$

Коефіцієнт багатостататногообслуговування:

$$K_{м.о.} = \frac{t_{um-\kappa\Sigma}}{t_{\Sigma}} = \frac{357,4}{240} = 1,49$$

Отримані результати заносимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3- результати розрахунків

№ операції		Кіл-ть станків		Коэф. Загрузу. Кз	№ зони	Число Опер.	Станко-ємність зони	Трудо-ємність зони	Трудо-ємність операц.	Коэф. м.о.
		Sp1	Sn1		γ	Rγ	Тшт-к	Тγ	Ті,хв	Км.о.
4	020	1,68	2			1	178,7	240		1,49
5	025									

3.3 Циклограма багатOVERстатного обслуговування

Для 1 зони обслуговування тривалість циклу обслуговування:

$$t_{ц.о.} = n \cdot t_{обсл.020} + n \cdot t_{пер.020} + n \cdot t_{обсл.025} + n \cdot t_{пер.025} = 2 \cdot 1,07 + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 1,07 + 2 \cdot 0,15 = 4,88 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.} = t_{он}^{\max} = t_{ц}^{\max} = 155,26 \text{ мин}$$

Я бачимо, що $t_{ц.о.} < t_{ц.}$,

значить не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

3.4 Планування технологічного обладнання і робочих місць

Орієнтовно розрахуємо довжину ділянки, якщо верстати вибудувати в одну лінію $4500+1500+900+3(2930+900)+6(4210+900)+(2000+900)+1(2930+900)+2(3000+900)+6(3000+900)+1(2930+900)+3(1500+900)+2(2170+900)+2(3440+900)++(2000+900)+1500+4500=193390 \text{ мм}$

$$120830:2=60415 \text{ мм};$$

Приймаю довжину ділянки 72 м

Сітку колон вибираю 24x12м;

Колоні 600x400 мм.

Площа ділянки дорівнює розраховується за формулою:

$$S=a \cdot b \quad (3.7)$$

де а - довжина,

б – довжина.

$$S_{уч}=72 \cdot 12,2=878,4 \text{ м}^2;$$

Виробнича площа цеху дорівнює

$$S_{пр}=5184 \text{ м}^2;$$

Побутова площа дорівнює 10% від виробничої площі.

$$S_{\text{быт}} = 0,1 \cdot S_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 5184 = 518,4 \text{ м}^2;$$

Загальна площа цеху:

$$S_{\text{цеха}} = S_{\text{пр}} + S_{\text{быт}} = 5184 + 518,4 = 5702,4 \text{ м}^2;$$

Залежних від масштабу виробництва, Розмірів цеху и організації роботи проектується додаткові відділення цеху. До них відносяться:

1. Інструментальна служба цеху, до якої відносяться:

- заточувальні відділення;
- відділення по ремонту інструменту і оснастки;
- інструментально-роздавальна комора;
- комори пристосувань і абразивів.

2. Склади;

3. БТК;

4. Цехові і санітарно-технічні приміщення.

Для транспортування заготовок в цеху, від верстата до верстата, використовується кран-балку вантажопідйомністю 2000 кг. При переміщенні заготовок між цехами використовуються електрокари.

Прибирання стружки на верстатах проводиться автоматично. Для цієї мети на ділянці передбачено конвеєр.

Основним принципом при розробці плану розміщення обладнання є принцип забезпечення прямоочности руху деталей в процесі їх обробки, а також установкою оптимальних відстаней між обладнанням конструкторськими елементами. При цьому необхідно врахувати такі правила:

- відстані беруть між зовнішніх габаритних розмірів верстата;
- при установці верстата на фундамент відстані приймають з урахуванням конструкції і глибини фундаменту;
- відстані повинні враховувати промислові проводки, майданчики для зберігання деталей.

З огляду на всі ці вимоги призначаємо: проїзд 4500 мм, прохід на ділянці 20000 мм, відстань між верстатами приймаємо 900 мм.

4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

4.1 Аналіз літературних джерел

Поверхнево-пластичне деформування (ППД), як один з недорогих методів і в той же час ефективних методів підвищення несучої здатності деталей газотурбінних двигунів (ГТД), широко застосовується в авіадвигунобудуванні. Сприяючи формуванню в поверхневому шарі (ПШ), що стискають залишкових напруг і підвищення його міцності зарахунок резерву міцності матеріалу, різні розроблені на сьогоднішній день способи ППД застосовуються в основному з метою підвищення запасу міцності деталей по змінним напруженням. У зв'язку з цим при виборі способу зміцнення, оптимізації умов і режимів обробки в якості цільової функції приймають характеристики опору змінним напруженням в багатоцикловій області. Однак особливості умов роботи деяких деталей ГТД такі, що на перехідних і несталих режимах на них можуть впливати значні за величиною циклічні навантаження. У цьому випадку, з огляду на вичерпання пластичності ПС при ППД і значне підвищення дефективності кристалічної структури матеріалу, становить практичний інтерес оцінка впливу ППД ПШ на опір малоциклової втоми.

Для багатьох деталей ГТД, зокрема для дисків компресорів, довговічність обмежується виникненням тріщин малоциклової втоми. Аналіз робіт, освячених питанню впливу поверхневого зміцнення на опір малоциклової втоми показує, що в залежності від способу і режиму зміцнююча обробка або призводить до підвищення довговічності деталей, або сприяє її зниженню. Таким чином завдання оцінки впливу ПД при виборі способу зміцнення і оптимізації режимів на опір малоциклової втоми є актуальною. Метою цієї роботи було порівняльна оцінка впливу способу обробно-зміцнюючої обробки на поверхні зразків з жароміцного сплаву ХН73МБТЮ-ВД на опір малоциклової втоми.

Для проведення випробувань використовується випробувальна машина моделі ПП-2 конструкції Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН

України, призначена для випробування плоских зразків чистим вигином. Кінематична схема установки наведена на малюнку 6.1.

4.2 Методика випробувань

Метод випробувань на малоциклову втому з жорстким навантаженням в умовах чистого згину отримав в даний час найбільшого поширення. Випробування регламентовані ГОСТ 25.505-85. Для цього виготовляють спеціальні плоскі зразки (див. Рис. 1).

Результати випробувань представляють у вигляді залежності: амплітуда циклічної деформації ϵ - число циклів до руйнування зразка N . Тут під амплітудою циклічної деформації або ступенем граничної деформації ϵ розуміється відносне подовження крайнього волокна плоского зразка при вигині і вимірюється у відсотках.

Як правило, перед установкою зразка на випробувальну машину величина деформації ϵ вже відома, так як її призначають в залежності від умов експлуатації випробуваного матеріалу. Так як відстань між опорами постійно, то величина прогину f залежить тільки від заданого ступеня деформації ϵ і товщини зразка t .

4.3 Принцип роботи установки

Крутний момент від електродвигуна передається через змінний редуктор на кривошипно-шатунний механізм. Величина деформації зразка 6 регулюється гвинтом 1, що змінює довжину кривошипа. Задана асиметрія циклу навантаження досягається регулюванням довжини тяги 2 за допомогою гайки 3.

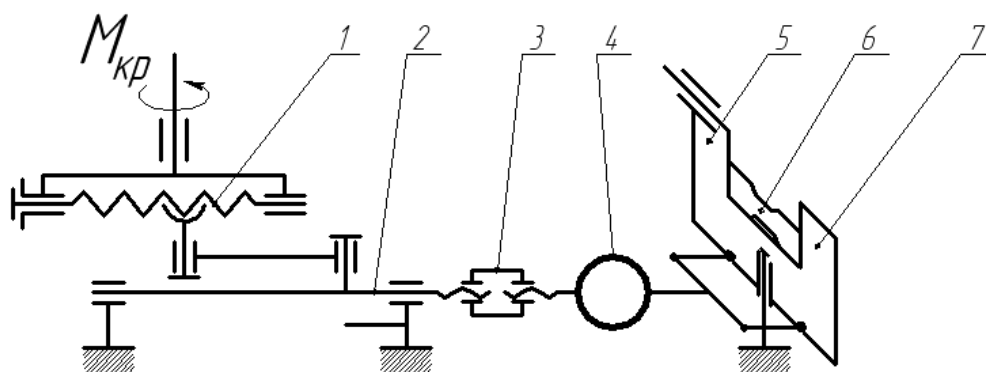


Рисунок 6.1 - Кінематична схема установки ВП-2

1 - гвинт, 2 - тяга, 3 - гайка, 4 - кільцевий динамометр,
5 і 7 - захоплення, 6 - зразок

Визначення зусиль, що виникають в процесі деформування зразка, здійснюється тензорезисторами, наклеєними на кільцевий динамометр. Зразок встановлюється в захопленнях 5 і 7. Захоплення 5 плаваючий і оснащений кінцевим вимикачем, який розмикає електричний ланцюг у разі руйнування зразка. На машині встановлений лічильник циклів. Застосування змінних редукторів дозволяє змінювати частоту навантаження від 100 до 0,0001 циклів в хвилину

4.4 Результати досліджень

Оптимізацію режимів ППД мікро- і макрокульками виконували за умовою максимального значення ступеня поверхневого наклепу, що виключає перенаклеп матеріалу і поява грубих смуг ковзання. Основним фактором процесів було час обробки одиниці поверхні зразків. Аналізуючи результати випробувань можна зробити такі висновки:

1) Деформаційне зміцнення ПС зразків зі сплаву ХН73МБТЮ-ВД при випробуванні на малоциклову втому призводить до перерозподілу тривалості стадій освіти мікро- і макротріщин, і також стадії живучості

2) Зміцнення сталевими макрокульками на УЗУ сприяє більш ранньому утворенню сітки мікротріщин і їх злиття в магістральну тріщину, проте збільшує тривалість стадії живучості зразків до повного руйнування;

3) Найбільш раціональним способом ППД є комплексне зміцнення макро-мікрокульками, яке сприяє збільшенню стадії живучості зразків у порівнянні з зміцненням мікрокульками і зниження середньоквадратичного відхилення довговічності до повного руйнування в порівнянні з зміцненням сталевими макрошаріками на УЗУ

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз потенційних небезпек

Під час технологічного процесу виготовлення деталей на механічній дільниці ймовірними є наступні потенційні небезпеки:

1. Механічні травми внаслідок організаційних причин:

а) нераціонального планування та організації робочого місця; в наслідок застосування меблів, що не відповідають ергономічним вимогам людини;

б) захаращення заготівками і деталями робочого місця при незбалансованості технологічного процесу та роботи обладнання;

в) травми та пошкодження шкіряного покриву при розвантаженні і завантаженні заготовок та деталей;

д) падіння заготовок та деталей, що були недостатньо надійно закріплені на верстаті, може привести до травмування фахівців.

2. Можливість ураження електричним струмом внаслідок несправності електрообладнання, незнання, або порушення правил електробезпеки, що може призвести до електричних травм або летального наслідку.

3. Під час токарної обробки деталей можливе травмування очей частками пилю або стружкою, що відлітає в процесі обробки матеріалів, при порушенні технологічного процесу.

4. Можливе попадання змащувально-охолоджувальної рідини в очі в процесі виконання робіт при відсутності захисних пристроїв (екранів) і роботі без захисних окулярів або щитків.

5. Нервово-психічні навантаження в наслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до захворювань загального характеру.

6. При систематичному недотриманні режиму праці і відпочинку та довготривалому статистичному навантаженні, при виконанні робіт у вимушеній (нераціональній) позі, ймовірні захворювання периферичної нервової системи: неврити, радикуліти.

7. Постійний вплив на органи дихання, шкіряні покрови та слизові оболонки токсичних та дратуючих речовин, що присутні у складі змащувально-охолоджуючої рідини, може призвести до алергічних реакцій у працюючих.

8. Недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з несправністю, або хибного вибору освітлювальних приладів, що призводить до погіршення зору;

9. Підвищений рівень шуму, що супроводжує роботу значної кількості верстатів, призведе до роздратованості, збільшенню помилок, в окремих випадках - до погіршення слуху.

10. Можливість загорянь внаслідок порушень правил пожежної безпеки, що може призвести до пожеж.

11. Неправильні дії персоналу під час НС внаслідок відсутності управління та паніки, що може призвести до травм та летальних наслідків.

5.2 Забезпечення техніки безпеки

Щоб уникнути механічних та електричних травм під час роботи на верстатах та іншому обладнанні 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».

Згідно Наказу міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій» до роботи допускаються особи, що пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до цієї роботи.

Для забезпечення безпеки при проведенні дослідів та оптимізації технологічного процесу 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 передбачені захисні огорожі згідно ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

При проектуванні та експлуатації технологічного обладнання передбачено 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».

Мінімальна відстань від проходу до фронтальної частини верстата повинна становити 1 м, до бокової та тильної сторони 0,5 м. Ширина проходів складає 1,4 - 2.5м, зона робітника приймається рівною 0,8 м, ширина проїзду-4.5м.

Розташування обладнання з точки зору безпеки та ергономіки відповідає вимогам ГОСТ ДСТУ 7234:2011 «Дизайн и эргономика. Оборудование производственное. Общие требования дизайна и эргономики».

Робітники повинні 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 с електрообладнанням, що здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ-2014», електрообладнання на ділянці 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 приміщення у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

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»).

Метеорологічні умови (температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення) відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». На механічній ділянці роботи виконуються стоячи, належать до категорії П_б – робота середньої важкості, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 18-20°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;

- у теплий період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Неправильне проектування або несправність систем опалення та вентиляції в приміщенні може призвести до негативних впливів на здоров'я працівників у вигляді простудних захворювань, перегрівань, проблем із дихальними шляхами тощо. Для запобігання запиленості та загазованості приміщення пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні змащувально-охолоджувальної рідини та мастил передбачена система вентиляції, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования». При розрахунках та виборі системи вентиляції враховується повітрообмін (процес заміни відпрацьованого і забрудненого повітря у виробничому приміщенні свіжим за допомогою природної і (або) механічної вентиляції). Величина обміну повітря, м/год, – один з головних показників, необхідних для проектування будь-якої з систем вентиляції виробничого приміщення. Обмін повітря розраховуватись так, щоб концентрація шкідливих

речовин (пари, газу, волога, пилю або аерозолі та ін.) в приміщенні під час роботи вентиляції не перевищувала допустимих рівнів чи гранично допустимих концентрацій (ГДК). ГДК деяких шкідливих речовин встановлюються згідно ГОСТ 12.1.005- 88 і ДСН 3.3.5.042 — 99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Рівень шуму в робочих кімнатах та лабораторіях не повинен перевищувати 65 дБ згідно вимог ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности», ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», а на механічній дільниці-80дБ. 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.

Оцінку впливу рівня вібрацій проводиться 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 вібропоглинання, своєчасно проводити плановий та попереджувальний ремонт обладнання. Потрібно застосовувати заходи лікувально-профілактичного характеру: професійні та профілактичні огляди, вітамінізація, лікувальні гімнастика та масаж рук. Для профілактичного лікування та відпочинку працюючих повинні бути організовані профілакторії та кабінети і кімнати, де проводять масаж рук у струмені теплого повітря або сухий обігрів та мікромасаж на спеціальному обладнанні.

При проведенні робіт за металорізальним обладнанням необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Освітленість при роботі за

верстатом в зоні обробки повинна бути не менше 2 000 лк, що досягається за рахунок місцевого освітлення, яке передбачається конструкцією обладнання. Вимоги природного та штучного освітлення в приміщеннях повинні виконуватись згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і 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. 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. На механічній ділянці рівень загального освітлення становить 200 люкс. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

Розрахуємо систему загального рівномірного штучного освітлення в приміщенні, де поводяться дослідження та виконуються роботи на ПК.

Приймаємо розміри приміщення довжина $A = 6\text{ м}$, ширина $B = 4\text{ м}$, висота $H = 4\text{ м}$, висота робочої поверхні складає $h = 0,7\text{ м}$.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування» освітлення в кабінеті масажу нормуються як $E_n = 200\text{ Лк}$.

Розряд зорової роботи – III г.

Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення (від: стелі – ρ_c ; стін – $\rho_{ст}$; підлоги – $\rho_{п}$) у світлому приміщенні $\rho_c=70\%$; $\rho_{ст}=50\%$; $\rho_{п}=30\%$;

Обираємо світильник типу ЛВП (IP=54 – ступінь захисту світильника, $[L/h] = 1,3$ – числове значення коефіцієнта світильника).

Коефіцієнт запасу k_3 враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов. Приймаємо $k_3 = 1,4$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), для люмінесцентних ламп низького тиску, як правило дорівнює $z = 1,1$.

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) * [L/h]} = \frac{4}{(4 - 0,7) * 1,3} = 0,93 \approx 1$$

Визначимо максимально припустиму відстань між рядами світильників

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p},$$

де B – ширина приміщення, N_p – кількість рядів

$$L_{\max} = \frac{4}{1} = 4 \text{ м}$$

Розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}$$

$$h = \frac{4}{1,3} = 3,07 \text{ м}$$

Знайдемо висоту звисання світильника від стелі

$$h_3 = H - h_p - h$$

де H – висота приміщення, h_p – висота робочої поверхні, h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

$$h_3 = 4 - 0,7 - 3,07 = 0,23 \text{ м}$$

Чисельне значення індексу приміщення визначаємо за рівнянням:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

$$i = \frac{6 \cdot 4}{3,07 \cdot (6 + 4)} = \frac{24}{30,7} = 0,78$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (ρ_c , ρ_{st} , $\rho_{п}$) та індексу приміщення. В нашому випадку $\eta = 0,38$.

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta},$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

k_3 – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{0,38} = \frac{7392}{0,38} = 19452 \text{ лм}$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні:

$$N^* = AB/L_{\max}^2$$

$$N^* = \frac{6 \cdot 4}{16} = 1,5 \approx 2 \text{ шт}$$

Розрахуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}}, \text{ лм}$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

$N_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\text{л}} = N^* \cdot n$$

n – кількість ламп у світильнику (в ЛВП світильнику знаходиться 2 лампи)

$$N_{\text{л}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.}$$

Тоді,

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{19452}{4} = 4863 \text{ лм}$$

Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{л}}$ і знайти коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{\text{л}}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$):

Обираємо лампу ЛБ 65, $\Phi_{\text{л}} = 4800 \text{ лм}$

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}}$$

$$m = \frac{4863}{4800} = 1,01$$

Визначаємо оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні:

$$N = N^* \cdot m$$

$$N = 2 \cdot 1,01 = 2 \text{ шт.}$$

Фактична кількість ламп у приміщенні:

$$N_{\text{фл}} = N_{\text{ф}} \cdot n$$

$$N_{\text{фл}} = 2 \cdot 2 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_l N_{\text{фл}} \eta}{S k_3 z}, \text{ лк}$$

$$E_p = \frac{4800 * 4 * 0,38}{6 * 4 * 1,4 * 1,1} = \frac{7296}{36,96} = 197,4 \text{ лк}$$

Тобто виконується умова $E_p = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_n$, лк

Розрахуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{фл}} \cdot P_l, \text{ Вт}$$

де P_l – потужність вибраної стандартної лампи.

$$P_{\Sigma} = 4 * 65 = 260 \text{ Вт}$$

5.4 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)» 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), на дільниці також можливі пожежі класу А.

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, належать 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» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується у адміністративних приміщеннях та становить 75 метрів у цеху.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дільниці, дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) 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. Пожежна сигналізація використовується для виклику пожежних команд при виникненні пожеж. До основних елементів пожежної сигналізації належать: повідомлювачі (сигнал тривоги про пожежу), які встановлюються поза або всередині споруди; приймальні апарати або установки для

приймання і фіксації сигналів від повідомлювачів; повітряні або кабельні лінії, які з'єднують повідомлювачів з пожежною службою (найчастіше це телефонний зв'язок за номером 01).

Система пожежної сигналізації повинна швидко виявляти місце виникнення пожежі; надійно передавати сигнал про пожежу на приймально-контрольний прилад, а також до пункту прийому сигналів про пожежу; перетворювати сигнал про пожежу у форму, зручну для сприймання персоналом захищеного об'єкта; залишатися нечутливою до впливу зовнішніх факторів, що відмінні від факторів пожежі; швидко виявляти та передавати сповіщення про несправності, що перешкоджають нормальному функціонуванню системи.

Для даної категорії приміщення і класу пожежі рекомендується оснащувати приміщення порошковими вогнегасниками місткістю 5л в кількості 2 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.

5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Повноваження Кабінету Міністрів України та інших центральних органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту, згідно Кодексу цивільного захисту України.

1. До повноважень Кабінету Міністрів України у сфері цивільного захисту належить:

1) керівництво єдиною державною системою цивільного захисту;

2) організація здійснення заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

3) встановлення порядку віднесення міст до відповідних груп цивільного захисту, а суб'єктів господарювання – до відповідних категорій цивільного захисту;

4) віднесення міст до груп цивільного захисту, затвердження їх переліку;

5) створення резерву засобів індивідуального захисту та матеріальних резервів для запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, визначення їх обсягу і порядку використання;

6) вжиття заходів щодо забезпечення готовності єдиної державної системи цивільного захисту до дій в умовах надзвичайних ситуацій та в особливий період;

7) визначення порядку переведення єдиної державної системи цивільного захисту з режиму функціонування у мирний час на функціонування в умовах особливого періоду;

8) залучення сил цивільного захисту до проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, гуманітарних операцій за межами України;

9) забезпечення здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалих внаслідок надзвичайних ситуацій;

10) розроблення та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання в особливий період;

11) забезпечення реалізації вимог техногенної та пожежної безпеки;

12) визначення мобілізаційного завдання для задоволення потреб цивільного захисту та порядку накопичення, зберігання і використання мобілізаційних резервів для потреб цивільного захисту в особливий період;

13) визначення порядку підготовки та здійснення потенційно небезпечних заходів в умовах присутності цивільного населення за участю особового складу Збройних Сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів з використанням озброєння і військової техніки;

14) визначення порядку розроблення планів цивільного захисту на особливий період та інших планів у сфері цивільного захисту;

15) затвердження щорічного плану основних заходів цивільного захисту України та плану комплектування з навчання керівного складу та фахівців, діяльність яких пов'язана з організацією та здійсненням заходів з питань цивільного захисту;

16) визначення порядку навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях;

17) здійснення інших повноважень, передбачених цим Кодексом та іншими законодавчими актами.

Стаття 17. Повноваження центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного

Захисту

1. До системи центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, входять сили цивільного захисту, навчальні заклади та наукові установи, заклади охорони здоров'я (медичні підрозділи) (далі - органи та підрозділи цивільного захисту), які входять до сфери його управління.

2. Центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту:

1) здійснює безпосереднє керівництво діяльністю єдиної державної системи цивільного захисту;

2) формує проекти планів у сфері цивільного захисту державного рівня на мирний час та особливий період і подає їх на розгляд Кабінету Міністрів України, організовує планування заходів цивільного захисту центральними та місцевими органами виконавчої влади;

3) проводить підготовку органів управління функціональних і територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та їх ланок;

4) здійснює оповіщення та інформування центральних та місцевих органів виконавчої влади про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, здійснює методичне керівництво щодо створення і належного функціонування систем оповіщення цивільного захисту різних рівнів;

5) залучає підрозділи пошуково-рятувальних сил та аварійно-рятувальних служб центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та

організацій усіх форм власності та координує їх діяльність під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій державного і регіонального рівнів, організовує проведення пошуково-рятувальних робіт та здійснює контроль за їх проведенням;

6) забезпечує гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших деяких видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю населення чи призводять до завдання матеріальних збитків;

7) організовує та забезпечує охорону від пожеж підприємств, установ, організацій та інших об'єктів на підставі договорів;

8) здійснює організацію авіаційного пошуку і рятування повітряних суден, що зазнають або зазнали лиха, координує проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт авіаційними силами і засобами центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій усіх форм власності;

9) бере участь у роботі комісій з розслідування авіаційних подій;

10) здійснює безпосереднє управління заходами з переведення єдиної державної системи цивільного захисту з режиму функціонування у мирний час на функціонування в умовах особливого періоду;

11) бере участь у розробленні мобілізаційного плану держави;

12) розгортає у разі проведення мобілізації спеціальні формування, призначені для виконання окремих завдань цивільного захисту міст, віднесених до груп цивільного захисту, та суб'єктів господарювання, віднесених до категорій цивільного захисту;

13) веде облік осіб, які проходять службу цивільного захисту, а також тих, які уклали контракт про перебування у резерві служби цивільного захисту;

14) визначає потребу в фінансових та матеріально-технічних ресурсах органів та підрозділів цивільного захисту для виконання ними завдань особливого періоду та у разі проведення цільової мобілізації, подає відповідні пропозиції до центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері економічного і соціального розвитку;

15) здійснює координацію, організацію та методичне керівництво щодо визначення стану готовності функціональних і територіальних підсистем до вирішення завдань цивільного захисту у мирний час та в особливий період;

16) формує та реалізує заходи державної політики щодо створення, утримання та реконструкції фонду захисних споруд цивільного захисту, ведення їх обліку;

17) формує та реалізує заходи державної політики щодо впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту, забезпечує нормативно-правове регулювання у цій сфері, здійснює роботу щодо віднесення населених пунктів та об'єктів національної економіки до груп (категорій) з цивільного захисту, надає на запити замовників вихідні дані та вимоги, необхідні для розроблення та проектування цих заходів;

18) формує та реалізує заходи державної політики у сфері радіаційного і хімічного захисту, координує та контролює здійснення заходів щодо захисту населення і територій при виникненні радіаційних аварій та надзвичайних ситуацій, пов'язаних з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин, встановлює вимоги для засобів радіаційного і хімічного захисту населення та аварійно-рятувальних формувань;

19) здійснює прогнозування спільно із центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями імовірності виникнення надзвичайних ситуацій, визначає показники ризику та здійснює районування території України щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій;

20) здійснює реалізацію державної політики стосовно заходів з евакуації населення, координує діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади, суб'єктів господарювання з цих питань;

21) забезпечує у межах своїх повноважень реалізацію державної політики з питань медичного та біологічного захисту населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

22) здійснює ліквідацію медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій, надання екстреної медичної допомоги у зоні надзвичайної ситуації (осередку

ураження) постраждалим та рятувальникам, заходи з медичного забезпечення (лікувально-профілактичні, санітарно-гігієнічні, медичне постачання та санаторно-курортне лікування) осіб рядового і начальницького складу, ветеранів служби цивільного захисту (війни) та членів їхніх сімей;

23) видає експертні висновки про рівень надзвичайної ситуації, веде їх облік;

24) забезпечує виконання заходів з мінімізації та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з технологічними терористичними проявами та іншими видами терористичної діяльності під час проведення антитерористичних операцій, проводить просвітницьку та практично-навчальну роботу з метою підготовки населення до дій в умовах вчинення терористичного акту;

25) виконує піротехнічні роботи, пов'язані зі знешкодженням вибухонебезпечних предметів, що залишилися на території України після воєн, сучасних боєприпасів та підривних засобів (крім вибухових пристроїв, що використовуються в терористичних цілях), крім територій, які надані для розміщення і постійної діяльності військових частин, установ, військових навчальних закладів, підприємств та організацій Збройних Сил України, інших військових формувань, затверджує порядок організації таких робіт та порядок взаємодії під час їх виконання;

26) затверджує статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту;

27) затверджує порядок організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб у підпорядкованих органах та підрозділах;

28) здійснює атестацію та сертифікацію аварійно-рятувальних служб і рятувальників;

29) здійснює контроль за готовністю авіаційних сил та засобів пошуку і рятування до проведення пошуку і рятування, за організацією пошуково-рятувального забезпечення польотів повітряних суден авіації центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій усіх форм власності;

30) вносить до відповідних органів пропозиції щодо припинення польотів у разі порушення вимог нормативних документів з питань пошуково-рятувального забезпечення до усунення недоліків;

31) затверджує порядок організації використання авіаційних сил і засобів для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на території України;

32) проводить експертизи надзвичайних ситуацій та визначає їх рівні;

33) затверджує загальнодержавні правила техногенної та пожежної безпеки, а також вимоги, інструкції і методики, інші нормативно-правові акти у сфері техногенної та пожежної безпеки, які є обов'язковими для всіх підприємств, установ, організацій;

34) здійснює нормативно-правове регулювання щодо порядку організації та здійснення державного нагляду у сферах пожежної і техногенної безпеки, дозвоільно-реєстраційної діяльності, оформлення матеріалів про адміністративні правопорушення, порядку та умов застосування запобіжних заходів;

35) затверджує перелік критеріїв, за якими проводиться розмежування категорій зон радіоактивно забруднених територій;

36) затверджує відомчі норми і правила щодо фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання;

37) здійснює виконання актів Верховної Ради України, Президента України про надання Україною гуманітарної допомоги іншим державам, у тому числі організовує закупівлю послуг із завантаження, вивезення та складування вантажів, здійснює їх супроводження до місця призначення та передачу отримувачам гуманітарної допомоги;

38) затверджує перелік центрів медико-психологічної реабілітації, порядок проходження медико-психологічної реабілітації, положення про медико-психологічну реабілітацію та відповідність санаторно-курортних установ вимогам медико-психологічної реабілітації;

39) забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері промислової безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

40) забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері гідрометеорологічної діяльності;

41) забезпечує формування державної політики у сфері профілактики травматизму невиробничого характеру, здійснює моніторинг стану травматизму невиробничого характеру, його причин та наслідків;

42) визначає основні напрями розвитку відомчої науки, виступає замовником наукових робіт, бере участь у проведенні прикладних науково-дослідних робіт щодо всебічного розвитку напрямів своєї відповідальності, розробляє та затверджує галузеві стандарти з питань цивільного захисту, рятувальної справи та гідрометеорологічної діяльності;

43) організовує та визначає порядок проведення професійної підготовки, підвищення кваліфікації та перепідготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту;

44) організовує навчання з питань цивільного захисту посадових осіб центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування і суб'єктів господарювання, організовує розроблення, розглядає та затверджує програми з навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, організовує та контролює їх виконання;

45) встановлює порядок підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту;

46) здійснює функції з організації та навчально-методичного забезпечення навчання (підвищення кваліфікації за цільовим призначенням) керівних кадрів і фахівців центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій, на яких поширюється дія законів у сфері цивільного захисту, затверджує навчальні плани і програми післядипломної професійної освіти;

47) затверджує навчальні програми перепідготовки та підвищення кваліфікації робітничих кадрів сфери цивільного захисту;

48) затверджує типові положення про територіальні курси, навчально-методичні центри цивільного захисту та безпеки життєдіяльності;

49) затверджує освітньо-професійні програми підготовки магістрів для професійної діяльності на державній службі у сфері цивільного захисту в межах напряму підготовки "Державне управління";

50) бере участь у формуванні державного оборонного замовлення;

51) здійснює реалізацію державної політики стосовно державної таємниці, контроль за її збереженням в апараті центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, територіальних органах, спеціальних формуваннях і підрозділах, на підприємствах, в установах та організаціях, що належать до сфери його управління;

52) здійснює міжнародне співробітництво у сфері цивільного захисту;

53) створює та веде Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів;

54) здійснює інші повноваження відповідно до Конституції та законів України.

ВИСНОВОК

Згідно з завданням на дипломний проект, розроблений механічний цех для виготовлення деталі диска V ступені КВТ ГТД і запропоновано планування обладнання на ділянці. Детально розроблений технологічний процес виготовлення диска V Ступені КВТ ГТД. Обрано і економічно обгрунтований метод отримання заготовки. Призначено припуски на заготовку. Режими різання і технічні норми часу призначені і визначені за рекомендаціями нормативних документів. Розроблено розрахунково-технологічні карти обробки на верстатах з ЧПУ. Технологічний процес розроблений з урахуванням вимог охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектowana верстатне пристосування дозволяє швидко і надійно закріпити заготовку під час обробки, що в умовах серійного виробництва дуже важливо.

У частині з охорони праці описується необхідність вирішення питань безпеки зумовлює формування цілісної системи знань з проблем охорони праці, необхідних для прийняття за будь-яких умов обгрунтованих рішень щодо безпеки на рівні людини, колективу, підприємства, галузі, регіону й суспільства в цілому. У сфері виробничої діяльності рівень виробничого травматизму залишається високим, що є наслідком дії ряду чинників.

До них можна віднести недоліки в організації праці, порушення трудової і технологічної дисципліни, недостатню навченість персоналу, відсутність нагляду й контролю за безпечним виконанням робіт і дотриманням норм законодавчої бази.

Необхідність вирішення питань безпеки зумовлює формування цілісної системи знань з проблем охорони праці, необхідних для прийняття за будь-яких умов обгрунтованих рішень щодо безпеки на рівні людини, колективу, підприємства, галузі, регіону й суспільства в цілому.

Спеціальне завдання було виконано на тему: Оцінка впливу поверхневого зміцнення на опір малоциклової втоми зразків з жаростійкого сплаву.

Складений альбом технологічної документації на виготовлення
Диска V ступені КВТ ГТД.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методические указания к практическим занятиям по технологии машиностроения (раздел – проектирование технологических процессов) для студентов специальностей: 8.090205, 8.090203, 8.090214, 7.100102, 8.090211 всех форм обучения / В. Д. Хорошков, О. В. Алексеенко, Д. В. Павленко – Запорожье, ЗГТУ, 1999. – 78 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 656 с., ил.
3. Додатки до методичних вказівок для виконання практичних занять з дисциплін «Технологічні основи машинобудування», «Технологія машинобудування», «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» для студентів спеціальності 6.05050201 – технологія машинобудування всіх форм навчання // Укл.: В.І. Ципак (перевидання 2-е). Під ред., Гончар Н.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012 – 62 с.
4. Прогрессивные режущие инструменты режимы резания металлов. Справочник. / Под ред. Баранчикова В. И. – М.: Машиностроение. 1990. 274с.
5. Справочник нормировщика-машиностроителя. В 4-х т. Т. 2/ Под ред. Е. И. Стружестраха. – М.: МАШГИЗ, 1961. 892 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительного-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.
7. Миллер Э.Э. Техническое нормирование труда в машиностроении / Э.Э. Миллер. – М.: Машиностроение, 1972. – 248 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіабудування та машинобудування для студентів спеціальностей “Технологія машинобудування” /8.090202/, та “Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів” /7.100.102/, Склали: Яценко В. К., Ципак В. І., Корневский Є. Я., Кононов В. В. та інші. – Запоріжжя, ЗДТУ, 2000 – 244с.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документація			
	A1			ЗНТУ 293126.006 СБ	Складальне креслення	1		
					Деталі			
			1		Корпус	1		
			2		Кондукторна плита	1		
			3		Ручка	2		
			4		Притискач	1		
			5		Гайка	1		
			6		Шайба відкидна	1		
			7		Кондукторна втулка $\varnothing 7,3$	18		
			8		Кондукторна втулка $\varnothing 9$	18		
			9		Кондукторна втулка	36		
			10		Шпилька	1		
			11		Ущільнювач	2		
			12		Циліндр	1		
			13		Ущільнювач	2		
	Инд. № дробл.			14		Поршень	1	
			15		Втулка	1		
					Стандартні вироби			
			16		Болт М8 х 25 ГОСТ 7798-70	12		
			17		Болт М8 х 35 ГОСТ 7798-70	3		
			18		Гвинт М8 х 70 ГОСТ 11738-84	3		
Инд. № подл.								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.	Ефімов				Лит.	Лист
	Пров.	Кондратюк						1
	Н.контр.	Гермашев				ЗНТУ Мз-113М		
Утв.	Дядя							

ЗНТУ 293126.006

Приспособування для свердління
36 отв. пов. 74, 18 отв
пов. 77 та 18 отв. пов. 76

Копировал

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]