



УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Підвищення якості виробництва
(вказати тему дипломного проекту (роботи))
авіаційних деталей типу поршень використанням токарно-
Студент Сизглев Мрій Якович фрезерних верстатів

Спеціальність «131 Прикладна механіка» , група МЗ-113М

Обсяг проекту повний

Кількість аркушів креслень 5

Кількість сторінок пояснювальної записки 180

а) короткий зміст проекту та прийнятих рішень

У роботі були проаналізовані етапи розробки деталі «поршень». Проведені аналіз процесу виготовлення деталі та визначені неділики. Запропоновано їх вирішення у вигляді впровадження даної цимової версії.

б) висновок про відповідність проекту завданню

Робота повністю відповідає завданню.

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

Кожен розділ роботи був виконан з застосуванням досягнень науки та техніки.

г) негативні особливості виконання проекту Не розроблена схема РТК.

д) позитивні особливості Студентом принесена

знання і навички отримані в процесі навчання в університеті


д) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту. Графічний матеріал та пояснювальна записка не мають нарічань та оформлені у відповідності до проекту.

є) відгук про роботу загалом. Магістерська робота, що подана на рецензію викотана у повному обсязі.


ж) інші зауваження

з) оцінка проекту. Вважаю, що робота задовільнає вимоги, які пред'являються до магістерських робіт і заслуговує на оцінку "задовільно".


Рецензію склав


завідуюча кафедрою ТМБ Дедя С.Ч.
(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по-батькові)  (підпис)


« 19 » 12 20 18 р.


[11:39:07]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/l90459>


[11:39:08] Страница запроса №1058 [1] к поисковой системе недоступна по причине защиты от автопоиска (Rambler)


[11:39:11]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://mirznanii.com/files/10/189481.docx>

[11:39:12]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/37783>

[11:39:12]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/3232>

[11:39:18]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://zavantag.com/docs/index-16289720.html>

[11:39:23]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://zavantag.com/docs/2247/index-618474.html>

[11:39:33]  Найдено 1% совпадений по адресу: <http://www.zntu.edu.ua/kafedra-ohoroni-praci-i-navkolishnogo-seredovishcha>

[11:40:01] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №987 [3] (200041 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:41:37] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №992 [3] (200023 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:42:09] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №997 [3] (200063 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:43:01] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1002 [3] (200057 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:43:11] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1007 [3] (200044 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:43:41] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1012 [3] (200027 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:44:15] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1017 [3] (200037 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:45:16] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1022 [3] (200022 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:45:47] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1027 [3] (200022 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:45:54] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1032 [3] (200038 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:46:50] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1037 [3] (200054 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:47:16] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1042 [3] (200038 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:47:26] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1047 [3] (200023 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:48:56] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1052 [3] (200054 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:49:33] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1057 [3] (200054 миллисек.): [Yandex](#) (Время ожидания операции истекло)

[11:49:34] Тип проверки: *Стандартная*

[11:49:34] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 24%)**

[11:49:34] **Уникальность текста 77%[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)**

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Ольчів Ю.І., провів зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

16.12.2018р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівництво
(повне найменування інституту, назва факультету)

Технології машинобудівництва
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

дипломи (магістерський)
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Підвищення якості виробництва
авіаційних деталей типу "перилень"
використанням токарно-фрезерних верстатів

Виконав: студент 6 курсу, групи МЗ-13М
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Овочієв М. І.
(прізвище та ініціали)

Керівник Керимов А. І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Кондратюк Е. 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
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Другий (магістерський)
 Спеціальність Технології машинобудування
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 131 Прикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ
доц. Діда С. І.
 " 15 " 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Дубізь М. Юрій Іванович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення якості виробництва авіаційних деталей типу Поршень використанням токарно-фрезерних верстатів
 керівник роботи к. т. н. Терешин А. І.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 26 " 11 2018 року № 342

2. Строк подання студентом роботи 17 грудня 2018р.

3. Вихідні дані до роботи "Креслення деталі „Поршень“"

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічна частина, конструкторська частина, спеціальне завдання, охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі „Поршень“; креслення деталі; маршрут виготовлення деталі; розробка пристосування; контрольне пристосування; планування ділянки; 1 лист спецзавдання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
Технол. част	Герушев А.І. к.т.н.	Геруш 02.09.18	Геруш 13.12.18
Констр. част	Герушев А.І. к.т.н.	Геруш 09.09.18	Геруш 13.12.18
Прокт. мех. діє	Герушев А.І. к.т.н.	Геруш 09.09.18	Геруш 12.12.18
	Цицирко В.І. к.т.н., доцент	Цицир 10.10.18	Цицир 17.12.18
1 Спец. завд.	Герушев А.І. к.т.н.	Геруш 09.09.18	Геруш 09.09.18
Паралельно	Матюшкін А.В. к.т.н. доцент	Матюш 21.12.18	Матюш 21.12.18

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Технологічна частина	10.10.18	
2.	Конструкторська частина	25.10.18	
3.	Проектування механічної дієти	16.11.18	
4.	Спеціальне завдання	3.12.18	
5.	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.12.18	

Студент

(підпис)

Ольгов Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Герушев А.І.

(прізвище та ініціали)

/ Консультант /

/ Попович В.В. /

РЕФЕРАТ

ПЗ: 180 стор., 2 додатка , 14 джерел, 17 табл., 35 рис.

Об'єкт дослідження – поршень механізму виміру обертового моменту.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

Мета магістерської роботи – підвищення гнучкості виробництва авіаційних деталей типу «поршень» використанням токарно-фрезерних верстатів.

В даному дипломному проекті були визначені особливості технологічного процесу виготовлення деталі, вивчена конструкція та властивості матеріалу з якого виготовлено поршень, обрано обладнання що дозволяє підвищити гнучкість виробництва деталей типу «поршень», розраховані припуски та режимами різання, зазначені заходи з техніки безпеки та охорони праці.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕСКІЗ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗМІР, ОТВІР,
ТОРЕЦЬ, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ВЕРСТАТ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ,
НОРМИ ЧАСУ, ЗУСИЛЛЯ ЗАТИСКУ, ІНСТРУМЕНТ, ДЕТАЛЬ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Опис об'єкта виробництва.....	8
1.1.1 Опис виробу.....	8
1.1.2 Призначення деталі.....	9
1.1.3 Термічна обробка деталі.....	10
1.1.4 Механічні властивості матеріалу.....	11
1.2 Визначення типу виробництва.....	13
1.3 Вибір заготовки. Економічне обґрунтування вибору заготовки.....	15
1.4 Вибір і обґрунтування технологічних баз	18
1.5 Проектування плану обробки деталі.....	20
1.5.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	20
1.5.2 Розробка маршруту виготовлення деталі	22
1.5.3 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів.....	22
1.5.3.1 Розрахунок операційних припусків і розмірів заготовки розрахунково-аналітичним методом.....	22
1.5.3.2 Розрахунок операційних припусків і розмірів заготовки табличним методом.....	44
1.6 Проектування операційної технології.....	48
1.6.1 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ, з використанням NX CAM.....	48
1.6.2. Розрахунок режимів різання.....	53
1.6.3 Нормування операцій.....	92
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	100

2.1 Робоче пристосування.....	100
2.1.1 Опис роботи пристосування для шліфування.....	100
2.1.2 Розрахунок і конструювання пристосування.....	101
2.1.3 Розрахунок пристосування на точність.....	104
2.2 Конструювання контрольного пристосування.....	107
3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ.....	110
3.1 Визначення необхідної кількості обладнання на ділянці.....	110
3.2 Опис планування обладнання в цеху.....	118
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	120
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	120
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	121
4.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни.....	125
4.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	132
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	134
4.6 Укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту.....	137
5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	152
5.1 Оснащення для багатоцільових верстатів.....	155
5.2 Токарний інструмент.....	156
5.3 Схема кріплення пластин з твердого сплаву.....	159
5.4 При багатоцільовий обробці слід враховувати.....	161
5.5 Багатопозиційні адаптери.....	162
5.6 Інструмент для свердління й фрезерування.....	163
5.7 Інформація з програмування.....	165
5.8 Інструмент для обробки з розворотом фрезерного шпинделя.....	167
5.9 Один багатоцільовий верстат - чотири варіанти.....	167
ВИСНОВОК.....	173
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	174
Додаток А.....	177
Додаток Б.....	179

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

РТК	Розрахунково-технологічна карта
КГШП	Кривошипно-горячештамповочний прес
МОП	Маршрут обробки поверхні
КП	Керуюча програма
ППД	Поверхнево-пластична деформація
ПШТЯ	Послідовність показників точності і якості
ЗОР	Змащувально-охолоджуюча рідина
ТО	Термічна обробка
ТВ	Технічні вимоги
ХТО	Хіміко-термічна обробка
ВОМ	Вимірювач обертового моменту
ЧУБ	Чистова установочна база
ТП	Технологічний процес
ЧПК	Числове програмне керування
ТБ	Техніка безпеки
ПРУ	Протирадіаційне укриття

ВСТУП

З удосконаленням процесу виробництва постають безліч різних завдань і питань, які потребують якомога скорішого і вірного їх вирішення.

З зростанням конкуренції на ринку прибуток отримує той, хто надасть вигідніші умови якості і швидкості виробництва деталей.

Це в свою чергу залежить від використання прогресивних технологічних процесів на виробництво продукції, застосування прогресивного технологічного обладнання та скорочення тривалості виробничого циклу і виготовлення деталі.

Тривалість виготовлення деталі можна скоротити, застосовуючи механізоване і автоматизоване обладнання та устаткування, зменшення ручної праці, використання автоматизованих методів збирання стружки і транспортування деталей.

В значній мірі скорочується тривалість циклу конструкторської та технологічної підготовки виробництва при використанні новітніх засобів автоматизованої підготовки виробництва (застосування персональних ЕОМ з роботою в САД-системах і системах програмного забезпечення власної розробки).

Уніфікація використовуваного обладнання дозволить зменшити час на переналагодження та транспортування деталей, що в свою чергу дозволить підвищити гнучкість виробництва.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис об'єкта виробництва

1.1.1 Опис виробу

Об'єкт виробництва - турбогвинтовий двигун АІ-20. За своїми технічними даними і експлуатаційними якостями двигун відповідає сучасним технічним вимогам, пред'явленим до двигунів даного класу.

Основні частини двигуна і системи двигуна:

Компресор двигуна - осьовий, десяти ступінчастий, з поворотними лопатками вхідного направляючого апарату і напрямних апаратів перших чотирьох ступенів, з двома клапанами перепуску повітря через 7 ступенів компресора.

Камера згоряння - кільцева, складається із зовнішнього і внутрішнього дифузоров, жарової труби і паливного колектора з 12 форсунками.

Вузол турбіни складається з кінематично незв'язаних між собою турбіни компресора і вільної турбіни.

Турбіна компресора - осьова, триступенева, складається зі статора і ротора. Загальний вид двигуна зображено на рисунку 1.1.

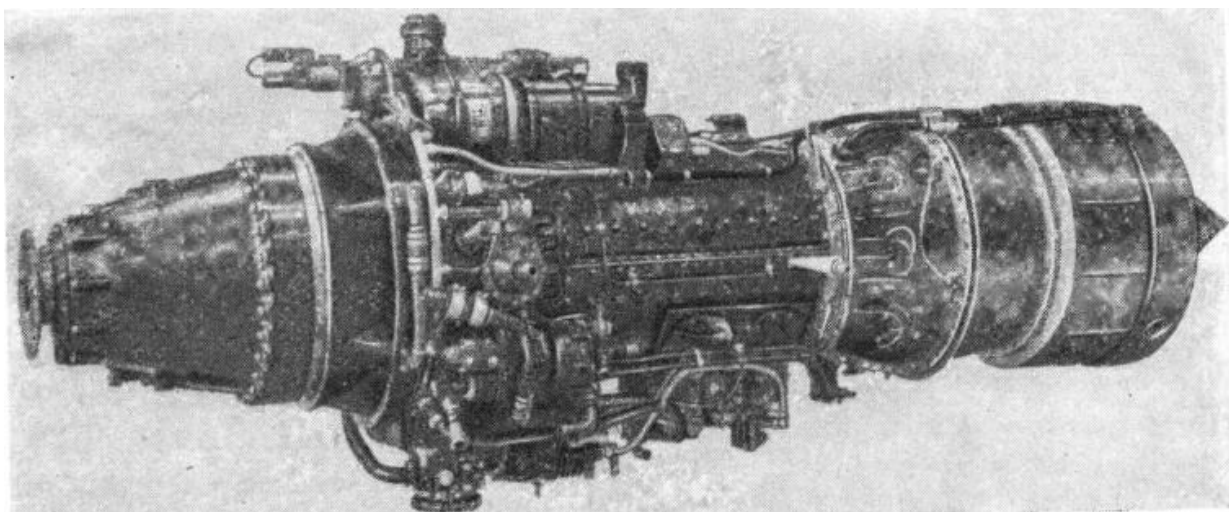


Рисунок 1.1 – Двигун АІ-20

1.1.2 Призначення деталі

Поршень входить до складу вузла механізму вимірювання обертового моменту.

В механізм вимірювання обертового моменту (ВОМ) входять наступні деталі: вінець, шість циліндрів (5 з поршнями), осі поршнів і циліндрів, колектор підведення масла, маслонасосів ВОМ, деталі кріплення та ущільнення. Вінець має шість вушок для кріплення циліндрів ВОМ, в центральному отворі вінця виконані евольвентні шліци для з'єднання з корпусом перебору. В осьовому напрямку корпус перебору зафіксований щодо вінця пружинним кільцем.

Циліндр порожнистий, термооброблений; внутрішні поверхні і отвори вушка цементовані.

У середині циліндра встановлюється поршень з маслоущільнюваним кільцем, який утворює зі стінками циліндра робочу порожнину. Осьове переміщення в циліндрі обмежується пластинчастим стопорним замком. На внутрішній поверхні циліндра виконана канавка з отвором для скидання олії. При переміщенні циліндра щодо поршня канавка може перекриватися кільцем ущільнювача. Величина перекриття залежить від величини обертового моменту, що передається редуктором.

Поршень термооброблений, поверхня направляючого хвостовика і отвір вушка цементувати. Поршень має канавку під маслоущільнюване кільце і похилі радіальні отвори, що з'єднують внутрішню порожнину поршня з робочою порожниною циліндра.

Осі поршнів і циліндрів термооброблені і цементовані по зовнішньому діаметру.

Циліндр встановлений на вісі в вушку вінця ВОМ, вісь зафіксована фланцем і плоским пружинним кільцем від осьових переміщень.

Поршень встановлений на вісі в проушинах картера редуктора, вісь має фланець з отвором, і кріпитися на шпильці до картера редуктора.

Дві вісі поршнів виконано з наскрізними отворами, через них по свердлінням в картері редуктора підводиться масло в систему ВОМ і відводиться до манометру для виміру тиску в робочих порожнинах циліндрів ВОМ. Розподіл масла між шістьма поршнями здійснюється колектором, місця приєднання ущільнені гумовими кільцями.

Для створення необхідного тиску масла в робочих порожнинах циліндрів ВОМ на редукторі встановлений спеціальний маслонасос.

1.1.3 Термічна обробка деталі

При обробці деталі застосовують 3 види термообробки: нормалізаційний відпал (відпалювання), гартування, відпуск.

Відпал - нагрівання металу, який має нестійкий стан в результаті попередньої обробки (крім гартування), що приводить метал в більш стійкий стан.

Загартування (гартування з поліморфним перетворенням) - нагрів вище температури поліморфного перетворення з наступним досить швидким охолодженням для отримання структурно-нестійкого стану.

Відпуск - нагрівання загартованого (з поліморфним перетворенням) сплаву для отримання більш стабільного стану.

Після обробки в заготівельному цеху, деталь надходить в термічний цех. Деталь піддається нормалізаційному відпалу та відпуску.

Відпал при температурі $(900 \pm 10) ^\circ \text{C}$ у повітряному середовищі, час витримки 9год.-30хв. - 10год. починати рахувати з моменту відновлення температури по термограмі; охолоджують на повітрі до температури навколишнього середовища.

Відпуск: проводять при температурі $(670 \pm 10) ^\circ \text{C}$ у повітряному середовищі, час 1 год. – 1 год.30 хв.; охолоджують на повітрі до температури навколишнього середовища.

Після нормалізаційного відпалу деталь надходить в заготівельний цех. Оброблена деталь надходить в термічний цех для гартування і відпуску.

Загартування: витримують деталь при температурі $(850 \pm 10) ^\circ \text{C}$ у повітряному середовищі час витримки 2 год. – 2 год.30 хв.

Відпустка: витримати деталь в печі при температурі $(570 \pm 30) ^\circ \text{C}$ у повітряному середовищі час витримки 2 год.30 хв. – 3 год.30 хв. Після чого охолоджують деталь на повітрі при температурі $(40-60) ^\circ \text{C}$ протягом 30 - 50 хв.

1.1.4 Механічні властивості матеріалу

Матеріал деталі: сталь 12X2H4A-Ш ТУ 14-1-2765-79.

Хімічний склад сталі 12X2H4A-Ш приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад, %.

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Mo	P	S
≤ 0,12	≤ 0,8	≤ 2,0	2... 3	4...6	0,1...0,3	3...4	0,02 5	0,025

Сталь 12X2H4A-Ш є високоміцною хромонікелевою сталлю аустенітно-мартенситного класу. Сталі цього класу, застосовують як конструкційний матеріал в різних областях механіки, коли потрібно поєднання високої міцності при достатній пластичності. Механічні та фізичні властивості цих сталей залежать від кількості аустеніту, перетвореного в мартенсит і ряду вторинних процесів, пов'язаних з утворенням інтерметалідних або карбідних фаз, які надають додаткове і часто значний вплив на зміцнення сталей. Легуючі

компоненти (Mo, Ni, Cr, Ti і ін.) Або сприяють виділенню зазначених вище зміцнюючих фаз, в α -фазі, або беруть участь в їх утворенні в процесі старіння.

Високі міцнісні властивості сталі цього класу отримують завдяки комплексній термічній обробці, що складається з нормалізаційного відпалу, загартування, відпуску. Механічні властивості сталі 12Х2Н4А-Ш наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості в залежності від температури відпуску.

Т, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ
	МПа		%	
500	470	850	16	35
600	350	700	25	45

Технологічні властивості матеріала.

Температура кування, ° С: початку 1220, кінця 800.

Перетини до 80 мм. - відпал з перекристалізацією, два переохлодження, відпуск.

Зварюваність - матеріал важкозварювальних. Спосіб зварювання - РДС. Необхідний підігрів і подальша термообробка.

Оброблюваність матеріалу різанням - в горячекатаному стані при НВ 228 ... 235 і $\sigma_B = 560$ МПа, K_v б.ст = 0,4, K_v тв.спл. = 0,7

Схильність до відпускнуї крихкості - не схильна.

Флокеночутливість - чутлива.

Механічні властивості сталі 12Х2Н4А-Ш наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Фізичні властивості матеріалу

Властивості матеріалу	Температура випробування 20°C
Модуль пружності E , ГПа	215
Модуль упругості при зсуві кручення G , ГПа	7850
Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·°C)	39
Питомий електричний опір ρ , НОм·м	331
Властивості матеріала	Температура випробування 20-100°C
Коефіцієнт лінійного розширення α , 1/°C	$11,6 \cdot 10^{-6}$
Питома теплоємність C , Дж/(кг·°C)	490

1.2 Визначення типу виробництва

Попередньо тип виробництва на початковій стадії розробки технологічного процесу визначають залежно від річної програми (5000 шт.) Випуску і маси деталі (0,25 кг). Згідно таблиці 1.4 тип виробництва - серійне.

Таблиця 1.4 – Таблиця для попереднього визначення типу виробництва

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей на рік, шт		
	Тяжкі, масою понад 100 кг	Середні, масою 10 – 100 кг	Легкі, масою до 10 кг
Одиничне	до 5	до 10	до 100
Дрібносерійне	5 – 100	10 – 200	100 - 500
Серійне	100 – 300	200 – 500	500 – 5000
Крупносерійне	300 – 1000	500 – 5000	5000 – 50000
Масове	понад 1000	понад 5000	понад 50000

Остаточню тип виробництва визначають за коефіцієнтом закріплення операцій на ділянці або потокової лінії. Коефіцієнт закріплення - це відношення всіх деталей-операцій, які виконуються або повинні виконуватися на ділянці протягом місяця, до кількості робочих місць.

Форма організації - змінно-потокова.

Кількість деталей налагоджувальної партії визначаємо за формулою (1.1) [21]:

$$n = \frac{\alpha \cdot N}{251} \quad (1.1)$$

де α - днів - період запуску партії, 2 ... 10;

N - річна програма випуску, 5000 шт.

$$n = \frac{3 \cdot 500}{251} = 60 \text{ шт.}$$

1.3 Вибір заготівки. Економічне обґрунтування вибору заготівки.

Виходячи з наявного обладнання на підприємстві і розмірів деталі, заготівлю отримують на штампувальних молотах в відкритих штампах (молот кувальний паро-повітряний КО-5531.01).

Є альтернативний варіант отримання заготовки, штампування у відкритих штампах на кривошипних горячештамповочних пресах (КГШП). Це забезпечує виготовлення відносно точних поковок без зсуву в площині роз'єму. Економічне обґрунтування одного з двох методів отримання заготовки: на молотах в відкритих штампах і на кривошипних горячештамповочних пресах у відкритих штампах. Ескіз заготівки зображено на рисунку 1.2.

Заготівка на молотах: група стали М2, ступінь складності поковки С1, клас точності поковки Т4, штампувальні ухили 1° .

Заготівка на КГШП: група стали М2, ступінь складності поковки С1, клас точності поковки Т3, штампувальні ухили $(1-2)^\circ$.

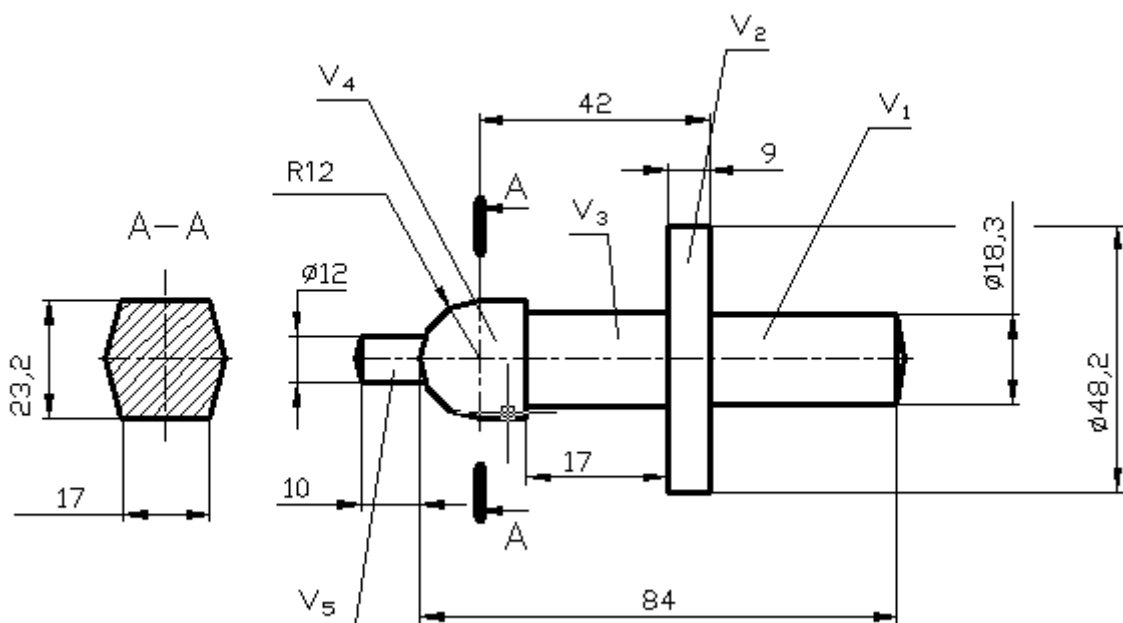


Рисунок 1.2 – Ескіз заготівки

Розрахуємо масу заготовки отриманої на КГШП по формулі (1.2) [14]:

$$m = V_o \cdot \rho, \quad (1.2)$$

де V_o – об'єм заготівки, m^3 ;

ρ – щільність матеріалу, $7800 \text{ кг}/m^3$.

Масу заготівки знайдемо за допомогою САПР програми КОМПАС-3D

$$m = 0,31 \text{ кг}$$

Знайдемо вартість однієї заготовки отриманої на молотах і коефіцієнт використання матеріалу формули (1.3), (1.4) [14]:

$$B_1 = \frac{B_6}{1000} * M_3 * K_T * K_M * K_C * K_B * K_{II} - (M_3 - m) * \frac{B_{\text{від}}}{1000} \quad (1.3)$$

де B_6 – базова вартість виготовлення 1т. заготовок, 15000 грн.;

$B_{\text{отх}}$ – вартість 1т. стружки, 1350 грн;

M_3 – маса заготівки, 0,33 кг;

m – маса деталі, 0,25 кг;

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{II}$ – Коефіцієнти які враховують відповідно клас точності, матеріал, групу складності, масу заготівки, програму випуску. Значення коефіцієнтів обираємо за [1, табл.1.24-1.28, с.18-19].

$$K_T = 1, K_M = 1,8, K_C = 0,78, K_B = 0,7, K_{II} = 1.$$

$$B_1 = \frac{1500}{1000} * 0,33 * 1 * 1,8 * 0,78 * 0,75 * 1 - (0,33 - 0,25) * \frac{3500}{1000} = 4,93 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання матеріалу розрахуємо за формулою (1.4) [14]:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m}{M_3} \quad (1.4)$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{0,25}{0,33} = 0,75$$

Розрахуємо вартість однієї заготовки отриманої на КГШП і коефіцієнт використання матеріалу за формулами (1.3), (1.4):

$$B_1 = \frac{1500}{1000} * 0,31 * 0,9 * 1,8 * 0,78 * 0,75 * 1 - (0,31 - 0,25) * \frac{3500}{1000} = 4,19 \text{ грн}$$

де B_0 – базова вартість виготовлення 1т. заготовок, 15000 грн.;

$B_{отх}$ – вартість 1т. стружки, 3500 грн;

M_3 - маса заготовки, 0,31 кг;

m – маса деталі, 0,25 кг;

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{II}$ – коефіцієнти которые учитывают соответственно класс точности, материал, группу сложности, массу заготовки, программу выпуска. Значения коэффициентов выбираем по [1, табл.1.24-1.28, с.18-19].

$$K_T= 0,9, K_M= 1,8, K_C= 0,78, K_B= 0,75, K_{II}= 1.$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{BM} = \frac{0,25}{0,31} = 0,8$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 1.5. Порівнюючи вартість однієї заготовки і коефіцієнт використання матеріалу на молотах і КГШП, видно що вигідніше виготовляти заготовки на КГШП так як, $B_2 < B_1$ і $K_{BM1} > K_{BM2}$.

Таблиця 1.5 – Порівнювальні показники за варіантами отримання заготовок

Показник	Позначення	Одиниця виміру	Варіант отримання	
			молот	КГШП
Маса заготовки	M_z	кг	0,33	0,31
Маса деталі	M_d	кг	0,25	0,25
Базова ціна 1т. заготовок	$B_б$	грн	15000	15000
Вартість відходів	$B_{відх}$	грн	3500	3500
Вартість однієї заготовки	B	грн	4,93	4,19
Коефіцієнт використання матеріалу	$K_{вм}$	-	0,75	0,8

1.4 Вибір і обґрунтування технологічних баз

Чорнова (первинна установча) база, перш за все, повинна забезпечуватися на першій операції, яка є найбільш важливою настановної базою на наступних операціях. Так як первинна база має малу точність, то її використовують тільки один раз. Повторне використання її порушує вже досягнуту точність взаємного положення.

Чорнова база повинна мати максимальні габарити для забезпечення надійного закріплення заготовки і повинна:

- мати досить точну форму;
- бути однією з необроблених поверхонь, якщо деталь не піддається обробці колом;
- бути поверхнею, яка має найменший (в порівнянні з іншими поверхнями) припуск на обробку, якщо деталь обробляється кругом;

З декількох можливих варіантів чорнових бази, вибирати потрібно той, який в найбільшій мірі відповідає зазначеним вище вимогам;

Головним принципом вибору чистових установочних баз (ЧУБ) є принцип єдності баз. Їм слід керуватися і при призначенні послідовності обробки (операції).

Виходячи з принципу єдності баз необхідно:

1. За ЧУБ вибирати поверхню, щодо якої координовано найбільше число інших поверхонь, як по точності розміщення, так і по точності відносних поворотів;

2. Виходячи з пункту 1, за ЧУБ вибирають конструкторські бази, які одночасно є і настроювальними і вимірювальними;

3. Не суміщення баз завжди веде до збільшення допусків на розміри, які пов'язують не суміщені бази;

4. Дотримуватися принцип сталості баз. Принцип добре реалізується для валів (центрові отвори), для корпусних деталей (площину і два настановних отвори), для зубчастих коліс (посадкові отвори і торець на операціях: зубонарізування, шліфування і хонінгування зубів);

5. При порушенні цього принципу слід врахувати, що поверхня вже оброблена і має точність більшу, ніж будь-яка з необроблених поверхонь. Таким чином, вона повинна служити ЧУБ на наступній операції;

6. Поверхні, що представляють комплект ЧУБ, необхідно обробляти з однієї установки, що забезпечує більш високу точність їх відносного розташування;

7. Після термообробки ця точність втрачається, і необхідно комплект ЧУБ відновити, необхідно прошліфувати базовий торець з однієї установки;

8. Чистові установчі бази повинні також забезпечити:

- зручну установку;
- простоту робочого пристосування;
- мінімальні деформації при силовому закріпленні;
- мінімальні похибки установки.

1.5 Проектування плану обробки деталі

1.5.1 Аналіз технологічності конструкції деталі на технологічність

У звичайному випадку конструкція деталі вважається технологічною, якщо вона забезпечує просте і економне виробництво. Загальними критеріями оцінки технологічності деталі є абсолютне значення трудомісткості - T і технологічної собівартості - C її виробництва. Оцінити показники T і C на початковому етапі проектування ТП неможливо через відсутність необхідних вихідних даних.

Технологічність деталі на початковому етапі проектування ТП можна визначити за допомогою ряду показників:

З коефіцієнту використання матеріалу видно, що багато матеріалу йде у відходи (стружку).

Коефіцієнт уніфікації конструкції елементів деталі розраховуємо за формулою (1.5) [14]:

$$K_{ун} = \frac{Q_{ун}}{Q_{заг}} \geq 0,6 \quad (1.5)$$

де $Q_{заг} = 28$ - загальна кількість конструктивних елементів

$Q_{ун} = 18$ - кількість уніфікованих елементів.

$$K_{ун} = \frac{18}{28} = 0,64$$

Так як коефіцієнт уніфікації $K_{ун} = 0,64 \geq 0,6$ то деталь вважається технологічною.

Коефіцієнт точності обробки за формулою (1.6) [14]:

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8 \quad (1.6)$$

де A_{cp} – середнє значення квалітету точності, знаходимо за формулою (1.7) [14]:

$$A_{cp} = \frac{\sum A_i * n_i}{\sum n_i} \quad (1.7)$$

де A_i - квалітет точності i -й елементарної поверхні;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету;

$$A = \frac{6 * 2 + 8 * 2 + 10 * 5 + 11 * 2 + 12 * 7 + 14 * 11}{28} = 11,78$$

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{11,78} = 0,91$$

Так як $K_{то} = 0,91 > 0,8$ то деталь можна віднести до ряду досить точних деталей і за цим показником вважати технологічною.

Коефіцієнт шорсткості за формулою (1.8) [14]:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} \leq 0,32 \quad (1.8)$$

де B_{cp} - середнє значення показника шорсткості по робочому кресленню за формулою (1.9) [14].

$$B_{cp} = \frac{\sum B_i * n_{iш}}{\sum n_{iш}} \quad (1.9)$$

де B_i - клас шорсткості i -й елементарної поверхні;

$n_{iш}$ - кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{0,4 * 2 + 0,8 * 2 + 3,2 * 1 + 6,3 * 17 + 12,5 * 3}{28} = 5,45$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,45} = 0,18$$

Так як, $K_{ш} = 0,17 < 0,32$ то можна сказати, значних труднощів при обробці деталі не з'явиться.

1.5.2 Розробка маршруту виготовлення деталі

Коли проектують технологічний процес виготовлення деталі - вирішують головну проблему її створення, а саме – забезпечення необхідних показників якості, продуктивність і мінімальну собівартість.

Маршрут виготовлення деталі (МВД) – це план, в якому встановлена послідовність операцій технологічного процесу, вказані тип і модель верстата, розроблені схеми установок, приведені вхідні і початкові характеристики оброблюваних поверхонь і т.п. МВД зображений на кресленні ЗНТУ.

1.5.3 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів

1.5.3.1 Розрахунок операційних припусків і розмірів заготовки розрахунково-аналітичним методом

При розрахунку припусків аналітичним методом мінімальний операційний припуск визначається за формулами:

При послідовній обробці протилежних поверхонь, формула (1.10) [1]:

$$Z_i^{\min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i \quad (1.10)$$

При паралельній обробці протилежних поверхонь двосторонній припуск, за формулою (1.11) [1]:

$$2Z_i^{\min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i] \quad (1.11)$$

При обробці діаметральні зовнішніх і внутрішніх поверхонь двосторонній припуск за формулою (1.12) [1]:

$$2Z_i^{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] \quad (1.12)$$

де R_z - висота нерівностей профілю поверхні на попередній операції;
 h - глибина дефектного шару поверхні обробленої на тій же попередній операції;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - сумарне відхилення розташування поверхні на (i-1) операції;

ε_i - похибка встановлення заготовки на виконуваний операції.

Розрахунок припусків і технологічних розмірів механічної обробки поршня. Розмір $\emptyset 15g6 \begin{pmatrix} -0.006 \\ -0.014 \end{pmatrix}$ - поверхня зовнішня циліндрична.

Вихідні дані:

Матеріал деталі - сталь 12Х2Н4А-Ш; твердість поверхні 32,0 ... 42,5 HRCe; шорсткість поверхні Ra 0,4; заготівка - штамповка; маса заготівки 0,33 кг.

Технологічний маршрут обробки поверхні:

- 1) заготівка штамповка;
- 2) точіння чорнове;
- 3) шліфування попереднє;
- 4) термічна обробка - гарт і відпустку;
- 5) шліфування чистове;
- 6) шліфування остаточне.

Розрахунок припусків:

1. Обираємо нормативні та розрахункові значення елементів припуску для технологічних переходів:

Для заготівки:

$Rz_1=160$ мкм, $h=150$ мкм. [2,табл.12,с.186];

Сумарна похибка форми і просторового відхилення заготовки за формулами (1.13), (1.14), (1.15) [1]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{кр}}^2 + \Delta_{\text{ц}}^2} \quad (1.13)$$

$$\Delta_{\text{см}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2} \quad (1.14)$$

де $\rho_{\text{см}}=0,4$ мм., по [2, табл.18, с.187]

Загальне відхилення віссі деталі від прямокутності знаходимо по формулі (1.15) [1]:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k * l \quad (1.15)$$

$$\rho_{\text{кор}} = 4 * 31,8 = 127,2 \text{ мкм}$$

де Δk - відхилення вісі деталі від прямолінійності, 4 мкм/мм; [2,табл.16,с.186]

l - довжина деталі, 31,8 мм.;

$$\Delta_{\text{см}} = \sqrt{400^2 + 127,2^2} = 420 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{400^2 + 500^2 + 410^2} = 771 \text{ мкм}$$

де $\Delta_{\text{кр}} = 0,5$ мм [2,табл.21,с.187]

Зміщення вісі заготовки в результаті похибки центрування по формулі (1.16) [1].

$$\Delta_{\text{ц}} = \sqrt[0,25]{T d_{\text{заг}}^2 + 1} \quad (1.16)$$

де $T d_{\text{заг}}$ – допуск діаметрального розміру бази заготовки, 1,3 мм.

$$\Delta_{\text{ц}} = \sqrt[0,25]{1,3^2 + 1} = 410 \text{ мкм}$$

2. Чорнове точіння:

$Rz=50$ мкм., $h=50$ мкм, [2,табл.24,с.187]

$K_y = 0,04$

ϵ_1 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 100 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17) [1]:

$$\Delta_1 = \Delta_{\Sigma} * K_y \quad (1.17)$$

де Δ_{Σ} - сумарна похибка форми; 771 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,05.

$$\Delta_1 = 771 * 0,05 = 38,55 \text{ мкм}$$

3. Шліфування попереднє:

$Rz=20$ мкм. $h=20$ мкм, [2,табл.24,с.187]

$K_y = 0,04$, [2, табл.29,с.190]

ϵ_2 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 100 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_2 = 771 * 0,04 = 30,84 \text{ мкм}$$

4. Термообробка:

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17) [1]:

$$\Delta_3 = \Delta_k * l$$

де Δ_k – відхилення вісі деталі від прямолінійності, 1 мкм/мм.

l - довжина деталі, 31,8 мм.

$$\Delta_3 = 1 * 31,8 = 31,8 \text{ мкм}$$

5. Шліфування чистове:

$Rz=15$ мкм. $h=15$ мкм., [2,табл.24,с.187]

$K_y=0,03$, [2, табл.29,с.190]

ϵ_4 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 50 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17) [1]:

$$\Delta_4 = 771 * 0,03 = 23,13 \text{ мкм}$$

де Δ_Σ - сумарна похибка форми; 771 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,03.

6. Шліфування остаточне:

$Rz=5$ мкм. $h=5$ мкм., [2,табл.24,с.187]

$K_y=0,02$, [2, табл.29,с.190]

ϵ_4 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 25 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17) [1]:

$$\Delta_5 = 771 * 0,02 = 15,45 \text{ мкм}$$

Розрахуємо мінімальні припуски для переходів механічної обробки по формулі (1.18) [1]:

$$2Z_{\min} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2)} \right) \quad (1.18)$$

Чорнове точіння - $2Z_{\min} = 2 \left(160 + 150 + \sqrt{(771^2 + 200^2)} \right) = 2212$ мкм.

Шліфування попереднє - $2Z_{\min} = 2 \left(50 + 50 + \sqrt{(38,55^2 + 100^2)} \right) = 414,3$ мкм.

Шліфування чистове - $2Z_{\min} = 2 \left(20 + 20 + \sqrt{(54,93^2 + 50^2)} \right) = 228,5$ мкм.

Шліфування остаточне - $2Z_{\min} = 2 \left(15 + 15 + \sqrt{(15,45^2 + 25^2)} \right) = 118,7$ мкм.

Допуски на розміри призначимо по [2, табл.32, с.192] з урахуванням квалітету допуску розміру. Результати заносимо в таблицю 1.6.

Допуск на розмір заготовки знаходимо по [2, табл.23, с.147] з урахуванням маси заготовки, групи стали М2, ступеня складності штампування С1 і розмірного інтервалу 10 ... 20 мм.

$$Td_1 = Td_{\text{заг}} \left(\begin{matrix} +0,7 \\ -0,3 \end{matrix} \right) = 1,0 \text{ мм.}$$

Розрахуємо технологічні розміри методом проф. В.М.Кована.

Мінімальний розмір поверхні деталі - розмір останнього переходу мех. Обробки знаходимо по формулі 1.19 [1]:

$$d_{4\min} = d_{4\text{ном}} + eid_4 \quad (1.19)$$

$$d_{4\min} = 15 + (-0.014) = 14.986 \text{ мм}$$

Далі мінімальні розміри знаходимо за формулою 1.20 [1]:

$$d_{i\min} = d_{i+1\min} + 2Z_{i+1\min} \quad (1.20)$$

$$d_{3\min} = 14,986 + 0,118 = 15,104 \text{ мм};$$

$$d_{2\min} = 15,104 + 0,228 = 15,332 \text{ мм};$$

$$d_{1\min} = 15,332 + 0,414 = 15,746 \text{ мм};$$

$$d_{3\text{ар}\min} = 15,746 + 2,21 = 17,956 \text{ мм}$$

Максимальні розміри поверхонь для переходів розраховуємо за формулою (1.21) [1]:

$$d_{i\max} = d_{i\min} + Td_i; \quad (1.21)$$

$$d_{4\max} = 14,986 + 0,008 = 14,994 \text{ мм};$$

$$d_{3\text{ар}} = 15,104 + 0,08 = 15,184 \text{ мм.};$$

$$d_{2\max} = 15,332 + 0,43 = 15,762 \text{ мм};$$

$$d_{1\max} = 15,746 + 0,76 = 16,506 \text{ мм};$$

$$d_{3\text{ар}\max} = 17,956 + 1 = 18,956 \text{ мм.}$$

Розрахуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки по формулы (1.22) [1]:

$$2Z_{i\max} = d_{i-1\max} - d_{i\max}; \quad (1.22)$$

$$2Z_{1\max} = 18,956 - 16,506 = 2,45 \text{ мм};$$

$$2Z_{2\max} = 16,506 - 15,762 = 0,744 \text{ мм};$$

$$2Z_{3\max} = 15,762 - 15,184 = 0,578 \text{ мм};$$

$$2Z_{4\max} = 15,184 - 14,994 = 0,19 \text{ мм};$$

Перевіримо правильність розрахунків, використовуючи нерівність (1.23) [1]:

$$2Z_{i\max} - 2Z_{i\min} = T_{i-1} - T_i; \quad (1.23)$$

$$0,19 - 0,118 = 0,08 - 0,008$$

$$0,072 = 0,072$$

Визначимо виконавчі технологічні розміри для переходів механічної обробки. Визначимо виконавчий розмір заготовки:

$$\text{Виконавчий розмір заготовки: } \varnothing 18,3 \begin{pmatrix} +0.7 \\ -0.3 \end{pmatrix}$$

Виконавчі розміри для інших переходів поставимо в системі вала - h, тобто за номінальний розмір приймемо максимальний розмір поверхні мінус допуск на обробку як нижнє відхилення. Данні припусків і відхилень розміру ($\varnothing 15g6 \begin{pmatrix} -0.006 \\ -0.014 \end{pmatrix}$) занесено в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Розрахунок припусків і технологічних розміру $\varnothing 15g6 \left(\begin{matrix} -0.006 \\ -0.014 \end{matrix} \right)$.

Назва технологічних переходів	Елементи припуска				Розрахунковий		Допуск Td, мм	Значення розмірів, мм		Значення припуску, мкм		Виконавчий розмір d, мм
	Rz	h	Δ	E	припуск $2Z_{\min}$, мкм	размер мин. d, мм		d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$	
1. Заготівка	160	150	771	—	—	17,956	1,0	17,956	18,956	—	—	$\varnothing 18,3_{-0,3}^{+0,7}$
2. Чорнове точіння	50	50	38,55	200	2212	15,746	0,76	15,746	16,506	2212	2450	$\varnothing 16,5_{-0,76}$
3. Попереднє шліфування	20	20	30,84	100	414,3	15,332	0,43	15,332	15,762	414,3	744	$\varnothing 15,76_{-0,43}$
4. Термообробка	—	—	31,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Чистове шліфування	15	15	23,13	50	228,5	15,104	0,08	15,104	15,184	228,5	578	$\varnothing 15,18_{-0,08}$
6. Остаточне шліфування	5	5	15,45	25	118	14,986	0,008	14,986	14,994	118	190	$\varnothing 15,994_{-0,008}$

Розрахунок припусків і технологічних розмірів механічної обробки поршня на розмір $(\varnothing 45e8 \begin{matrix} -0.050 \\ -0.085 \end{matrix})$ - поверхня зовнішня циліндрична.

Вихідні дані:

Матеріал деталі - сталь 12Х2Н4А-Ш; твердість поверхні 32,0 ... 42,5 НRСe; шорсткість поверхні Ra 0,4; заготівка - штамповка; маса заготовки 0,33 кг.

Технологічний маршрут обробки поверхні:

- 1) заготівка штамповка;
- 2) точіння чорнове;
- 3) точіння чистове;
- 4) термічна обробка - гартування і відпуск;
- 5) шліфування.

Обираємо нормативні та розрахункові значення елементів припуску для технологічних переходів. Розрахунок проводимо за формулами (1.13-1.23).

1. Для заготовки:

$Rz_1=160$ мкм, $h=150$ мкм. [2,табл.12,с.186];

Сумарна похибка форми і просторового відхилення заготовки за формулою (1.13), (1.14), (1.15):

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{401^2 + 300^2 + 410^2} = 647 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\text{см}} = \sqrt{400^2 + 28^2} = 401 \text{ мкм}$$

де $\rho_{\text{см}}=0,4$ мм., по [2, табл.18, с.187]

Загальне відхилення віссі деталі від прямокутності знаходимо по формулі (1.15)

$$\rho_{\text{кор}} = 4 * 7 = 28 \text{ мкм}$$

де Δk - відхилення віссі деталі від прямолінійності, 4 мкм/мм;
[2,табл.16,с.186]

l - довжина деталі, 7 мм.;

Зміщення віссі заготовки в результаті похибки центрування по формулі (1.16).

$$\Delta_{\text{ц}} = \sqrt[0,25]{1,3^2 + 1} = 410 \text{ мкм}$$

де $Td_{\text{заг}}$ - допуск діаметрального розміру бази заготовки, 1,3 мм.

2. Чорнове точіння:

$Rz=120$ мкм., $h=100$ мкм., [2,табл.24,с.187]

$K_y - 0,05$ [2, табл.29,с.190]

ϵ_1 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 100 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_1 = 647 * 0,05 = 38,35 \text{ мкм}$$

де Δ_{Σ} - сумарна похибка форми; 647 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,05.

3. Чистове точіння:

$Rz=40$ мкм., $h=40$ мкм., [2,табл.24,с.187]

$K_y - 0,04$ [2, табл.29,с.190]

ϵ_1 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 100 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_2 = 647 * 0,04 = 25,88 \text{ мкм}$$

4. Термообробка:

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_3 = 1 * 7 = 7 \text{ мкм}$$

де Δ_k – відхилення вісі деталі від прямолінійності, 1 мкм/мм.

l - довжина деталі, 31,8 мм.

5. Шліфування:

Rz=15 мкм., h=15 мкм., [2, табл.24, с.187]

$K_y = 0,03$, [2, табл.29, с.190]

ϵ_4 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 50 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_4 = 647 * 0,03 = 19,41 \text{ мкм}$$

де Δ_Σ - сумарна похибка форми; 647 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,03.

Розрахуємо мінімальні припуски для переходів механічної обробки по формулі (1.18):

Чорнове точіння - $2Z_{\min} = 2 \left(160 + 150 + \sqrt{(647^2 + 200^2)} \right) = 1974 \text{ мкм.}$

Чистове точіння - $2Z_{\min} = 2 \left(120 + 100 + \sqrt{(32,35^2 + 100^2)} \right) = 650 \text{ мкм.}$

Шліфування - $2Z_{\min} = 2 \left(40 + 40 + \sqrt{((7 + 25,88)^2 + 50^2)} \right) = 280 \text{ мкм.}$

Допуски на розміри призначимо по [2, табл.32, с.192] з урахуванням якості допуску розміру.

Результати заносимо в таблицю 1.7.

Допуск на розмір заготовки знаходимо по [2, табл.23, с.147] з урахуванням маси заготовки, групи сталі М2, ступеня складності штампування С1 і розмірного інтервалу 20 ... 50 мм.

$$Td_1 = Td_{\text{зар}} \begin{pmatrix} +1,0 \\ -0,4 \end{pmatrix} = 1,4 \text{ мм}$$

Розрахуємо технологічні розміри методом проф. В.М.Кована.

Мінімальний розмір поверхні деталі - розмір останнього переходу мех. Обробки за формулою (1.19):

$$d_{3\text{min}} = 45 + (-0.085) = 44,915 \text{ мм}$$

Далі мінімальні розміри знаходимо за формулою (1.20):

$$d_{2\text{min}} = 44,915 + 0,280 = 45,195 \text{ мм};$$

$$d_{1\text{min}} = 45,195 + 0,650 = 45,845 \text{ мм};$$

$$d_{\text{зарmin}} = 45,845 + 1,97 = 47,815 \text{ мм}$$

Максимальні розміри поверхонь для переходів розрахуємо за формулою (1.21):

$$d_{3\text{max}} = 44,915 + 0,35 = 44,950 \text{ мм.};$$

$$d_{2\text{max}} = 44,195 + 0,21 = 45,405 \text{ мм};$$

$$d_{1\text{max}} = 45,845 + 0,64 = 46,488 \text{ мм};$$

$$d_{\text{загmax}} = 47,815 + 1,4 = 49,215 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки за формулою (1.22):

$$2Z_{1\text{max}} = 49,215 - 46,488 = 2,727 \text{ мм};$$

$$2Z_{2\text{max}} = 46,488 - 45,405 = 1,083 \text{ мм};$$

$$2Z_{3\text{max}} = 45,405 - 44,950 = 0,455 \text{ мм};$$

Перевіримо правильність розрахунків, використовуючи нерівність (1.23):

$$0,455 - 0,280 = 0,21 - 0,035$$

$$0,175 = 0,175$$

Визначимо виконавчі технологічні розміри для переходів механічної обробки. Визначимо виконавчий розмір заготовки:

$$\text{Виконавчий розмір заготовки: } \varnothing 48,2 \begin{pmatrix} +1,0 \\ -0,4 \end{pmatrix}$$

Виконавчі розміри для інших переходів виставимо в системі вала - h, тобто за номінальний розмір приймемо максимальний розмір поверхні мінус допуск на обробку як нижнє відхилення. Дані припусків і технологічних розмірів

$\varnothing 45 \text{e6} \begin{pmatrix} -0,050 \\ -0,085 \end{pmatrix}$ занесено в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 – Розрахунок припусків і технологічних розмірів : $\varnothing 45e6 \begin{pmatrix} -0,050 \\ -0,085 \end{pmatrix}$.

Назва технологічних переходів	Елементи припуску				Розрахунковий		Допуск Td, мм	Значення розмірів, мм		Значення припуску, мкм		Виконавчий розмір d, мм
	Rz	h	Δ	ε	припуск $2Z_{\min}$, мкм	розмір мин. d, Мм		d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$	
1. Заготівка	160	150	647	—	—	47,815	1,4	47,815	49,215	—	—	$\varnothing 48,2^{+1,0}_{-0,4}$
2. Чорнове точіння	120	100	32,35	200	1974	45,845	0,64	45,845	46,488	1974	2727	$\varnothing 46,5_{-0,64}$
3. Чистове точіння	40	40	25,88	100	650	45,195	0,21	45,195	45,405	650	1083	$\varnothing 45,4_{-0,21}$
4. Т.О	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Шліфування	15	15	19,41	50	280	44,915	0,035	44,915	44,950	280	455	$\varnothing 44,95_{-0,035}$

Розрахунок припусків і технологічних розмірів механічної обробки поршня на розмір: $7h11 \left(\begin{matrix} \\ -0,1 \end{matrix} \right)$ - торцева поверхня.

Вихідні дані: матеріал деталі - сталь 12Х2Н4А-Ш; твердість поверхні 32,0 ... 42,5 НRСe; шорсткість поверхні Ra 0,4; заготівка - штамповка; маса заготівки 0,33 кг.

Технологічний маршрут обробки поверхні:

- 1) заготівка штамповка;
- 2) точіння чорнове;
- 3) точіння чистове;
- 4) термічна обробка - гартування і відпуск;
- 5) тонке точіння.

Вибираємо нормативні та розрахункові значення елементів припуску для технологічних переходів.

1. Для заготівки:

$Rz_1=160$ мкм, $h=200$ мкм. [2,табл.12,с.186];

Сумарна похибка форми і просторового відхилення заготівки за формулами (1.13), (1.14), (1.15):

$$\Delta_{cm} = \sqrt{400^2 + 60^2} = 404,5 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{404,5^2 + 500^2 + 320^2} = 683 \text{ мкм}$$

де $\rho_{cm}=0,4$ мм., по [2, табл.18, с.187];

$\Delta_{кр} = 0,5$ мм [2,табл.21,с.187].

Загальне відхилення віссі деталі від прямокутності знаходимо по формулі (1.15)

$$\rho_{кор} = 4 * 15 = 60 \text{ мкм}$$

де Δk - відхилення віссі деталі від прямолінійності, 4 мкм/мм;
[2,табл.16,с.186]

l - довжина деталі, 15 мм.;

Зміщення вісі заготовки в результаті похибки центрування по формулі
(1.16).

$$\Delta_{ц} = 0,25 \sqrt{0,8^2 + 1} = 320 \text{ мкм}$$

де $Td_{заг}$ - допуск діаметрального розміру бази заготовки, 8 мм.

2. Чорнове точіння:

$Rz=120$ мкм. $h=100$ мкм.,[2,табл.24,с.187]

$K_y - 0.05$, [2, табл.29,с.190]

ε_1 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 100 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі
(1.17)

$$\Delta_1 = 683 * 0,05 = 34,15 \text{ мкм}$$

де Δ_{Σ} - сумарна похибка форми; 683 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,05.

3. Чистове точіння:

$Rz=50$ мкм., $h=50$ мкм.,[2,табл.24,с.187]

$K_y - 0.04$, [2, табл.29,с.190]

ε_2 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 100 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі
(1.17)

$$\Delta_2 = 683 * 0,04 = 27,32 \text{ мкм}$$

де Δ_{Σ} - сумарна похибка форми; 783 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,04.

4. Термообробка:

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_3 = 1 * 15 = 15 \text{ мкм}$$

де Δ_k – відхилення вісі деталі від прямолінійності, 1 мкм/мм.

l - довжина деталі, 15 мм.

5. Тонке точіння:

$R_z=20$ мкм., $h=20$ мкм., [2, табл.24, с.187]

$K_y=0,03$, [2, табл.29, с.190]

ε_4 - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, 50 мкм.

Залишкове відхилення після виконання обробки знайдемо по формулі (1.17)

$$\Delta_4 = 683 * 0,03 = 20,49 \text{ мкм}$$

де Δ_Σ - сумарна похибка форми; 783 мкм;

K_y - коефіцієнт уточнення, 0,04.

Розрахуємо мінімальні припуски для переходів механічної обробки по формулі (1.24) [1]:

$$Z_{\min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i \quad (1.24)$$

Чорнове точіння - $Z_{\min} = (160 + 200) + 683 + 200 = 1243$ мкм;

Чистове точіння - $Z_{\min} = (120 + 100) + 34,15 + 100 = 354$ мкм;

Шліфування - $Z_{\min} = (50 + 50) + (15 + 27,32) + 50 = 192$ мкм.

Допуски на розміри призначимо по [2, табл.32, с.192] з урахуванням квалітету допуску розміру.

Результати заносимо в таблицю 1.8.

Допуск на розмір заготовки знаходимо по [2, табл.23, с.147] з урахуванням маси заготовки, групи сталі М2, ступеня складності штампування С1 і розмірного інтервалу 5 ... 15 мм.

$$Td_1 = Td_{\text{заг}} \begin{pmatrix} +0,5 \\ -0,3 \end{pmatrix} = 0,8 \text{ мм.}$$

Розрахуємо технологічні розміри методом проф. В.М.Кована.

Мінімальний розмір поверхні деталі - розмір останнього переходу мех. обробки за формулою (1.25) [1]:

$$a_{3\min} = a_{3\text{ном}} + eia_3 \quad (1.25)$$

$$a_{3\min} = 7 + (-0,1) = 6,9 \text{ мм.}$$

Далі мінімальні розміри знаходимо за формулою (1.26) [1]:

$$a_{i\min} = a_{i+1\min} + Z_{i+1\min} \quad (1.26)$$

$$a_{2\min} = 6,9 + 0,192 = 7,092 \text{ мм;}$$

$$a_{1\min} = 7,092 + 0,354 = 7,446 \text{ мм;}$$

$$a_{\text{загmin}} = 7,446 + 1,243 = 8,689 \text{ мм.}$$

Максимальні розміри поверхонь для переходів розрахуємо за формулою (1.27) [1]:

$$a_{i\text{max}} = a_{i\text{min}} + T a_i; \quad (1.27)$$

$$a_{3\text{max}} = 6,9 + 0,1 = 7 \text{ мм.};$$

$$a_{2\text{max}} = 7,092 + 0,12 = 7,212 \text{ мм};$$

$$a_{1\text{max}} = 7,446 + 0,46 = 7,906 \text{ мм};$$

$$a_{\text{загmax}} = 8,689 + 0,8 = 9,489 \text{ мм.}$$

Розрахуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки за формулою (1.28) [1]:

$$Z_{i\text{max}} = a_{i-1\text{max}} - a_{i\text{max}}; \quad (1.28)$$

$$Z_{1\text{max}} = 9,489 - 7,906 = 1,583 \text{ мм};$$

$$Z_{2\text{max}} = 7,906 - 7,212 = 0,694 \text{ мм};$$

$$Z_{3\text{max}} = 7,212 - 7 = 0,212 \text{ мм};$$

Перевіримо правильність розрахунків, використовуючи нерівність (1.29) [1]:

$$Z_{i\text{max}} - Z_{i\text{min}} = T_{i-1} - T_i; \quad (1.29)$$

$$0,212-0,192=0,12-0,1$$

$$0,02=0,02$$

Визначимо виконавчі технологічні розміри для переходів механічної обробки. Визначимо виконавчий розмір заготовки:

$$\text{Виконавчий розмір заготовки: } 9 \begin{pmatrix} +0,5 \\ -0,3 \end{pmatrix}$$

Виконавчі розміри для інших переходів поставимо в системі вала - h, тобто за номінальний розмір приймемо максимальний розмір поверхні мінус допуск на обробку як нижнє відхилення див. розрахункову таблицю 1.8. Схема зняття припуску зображена на рисунку 1.3.

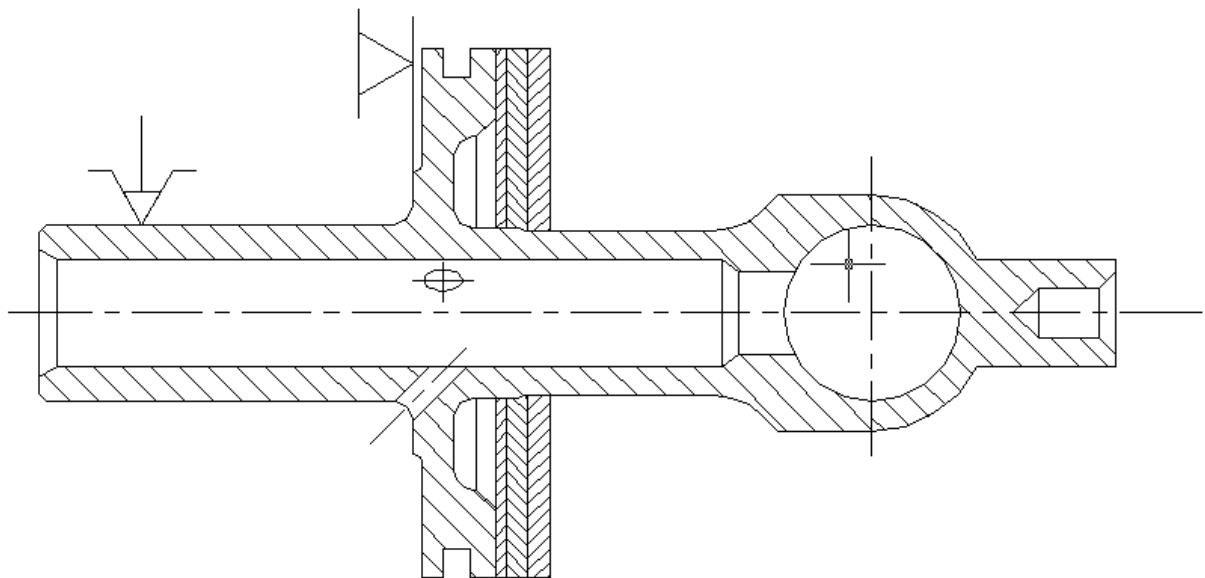


Рисунок 1.3 - Схема зняття припуску з розрахункового торця.

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків і технологічних розмірів $7h11(-0,1)$.

Назва технологічних переходів	Елементи припуску				Розрахунковий		Допуск Td, Мм	Значення розмірів, мм		Значення припуску, мкм		Виконавчий розмір а, мм
	Rz	h	Δ	ε	припуск Z_{min} , мкм	розмір a_{min} , Мм		a_{min}	a_{max}	Z_{min}	Z_{max}	
1. Заготівка	160	200	683	—	—	8,689	0,8	8,689	9,489	—	—	$9^{+0,5}_{-0,3}$
2. Чорнове точіння	120	100	34,15	200	1243	7,446	0,46	7,446	7,906	1243	1583	$7,9_{-0,46}$
3. Чистове точіння	50	50	27,32	100	354	7,092	0,12	7,092	7,212	354	694	$7,21_{-0,12}$
4. Т.О	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Тонке точіння	20	20	20,49	50	192	6,9	0,1	6,9	7	192	212	$7_{-0,1}$

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.Чистове шліфування	0,2	39,34	0,34	39,34	39	0,2	0,54	39,34 _{-0,34}
6.Остаточне шліфування	0,04	39,1	0,2	39,1	38,9	0,04	0,24	39,1 _{-0,2}

Таблиця 1.10 – Розрахунок припусків і технологічних розмірів (15d10 $\left(\begin{smallmatrix} -0,06 \\ -0,18 \end{smallmatrix}\right)$)

Назва тех.переходу	Розрахунковий		Допуск Td, мм	Зраничне значення розмірів, мм		Граничне значення припуску, мм		Викон. технол. розмір
	прип. Z _{min} , мм	розм a _{max} , мм		a _{max}	a _{min}	aZ _{max}	aZ _{min}	
1. Заготівка	—	17,76	1,0	17,76	16,76	—	—	17 ^{+0,7} _{-0,3}
2.Фрезерна (торець 1)	0,64	16,52	0,6	16,52	15,92	0,64	1,24	16,5 _{-0,6}
3.Фрезерна (торець 2)	0,64	15,28	0,6	15,28	14,68	0,64	1,24	15,3 _{-0,6}
4. Т.О.	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Шліфув. (торець1)	0,05	15,11	0,12	15,11	14,99	0,05	0,17	15,12 _{0,12}
6. Шліфув. (торець 2)	0,05	14,94	0,12	14,94	14,82	0,05	0,17	14,94 _{0,12}

Схема послідовної обробки торців зображена на рисунку 1.4.

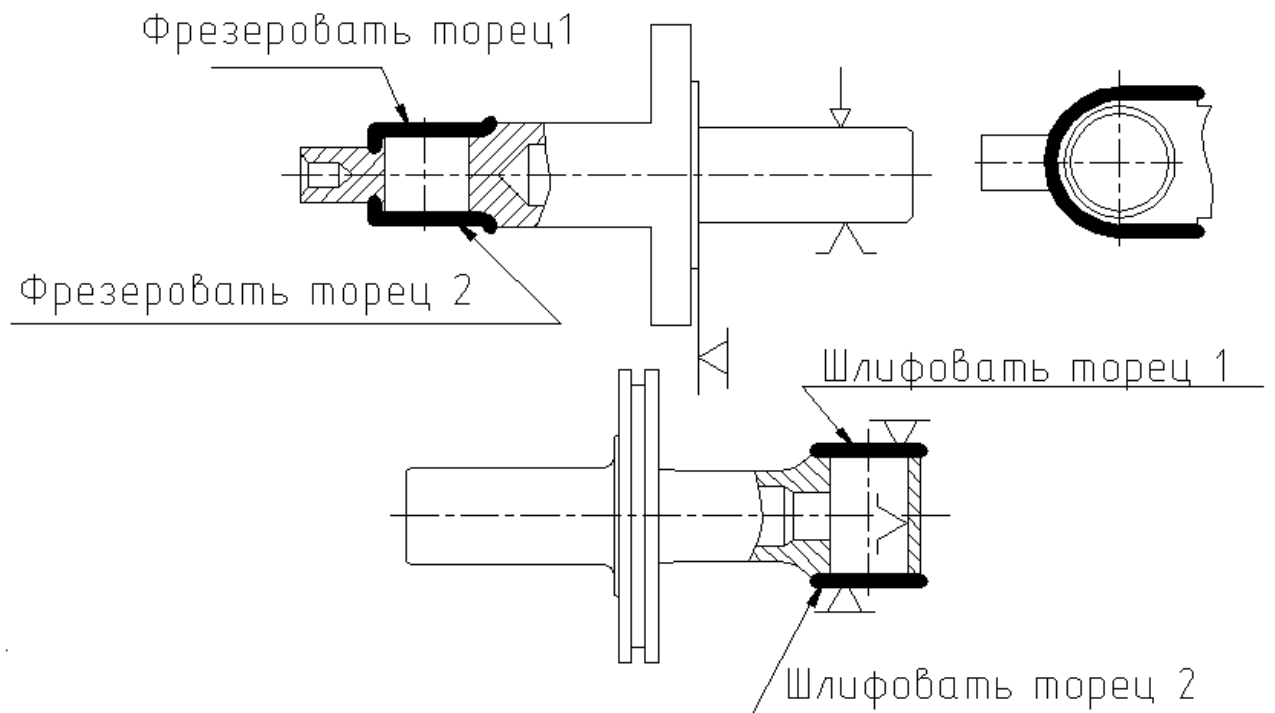


Рисунок 1.4 – Ескіз послідовної обробки торців 1 и 2

Таблиця 1.11 – Розрахунок припусків і технологічних розмірів $20 \pm 0,4$

Назва тех. переходу	Розрахунковий		Допуск Td, мм	Зраничне значення розмірів, мм		Граничне значення припуску, мм		Викон. тех. розмір
	прип. min, мм	розмір a _{max} , мм		a _{max}	a _{min}	Z _{max}	Z _{min}	
1. Заготівка	—	23,96	1,3	23,96	22,66	—	—	23,2 ^{+0,7} _{-0,3}
2. Чорнове точіння	1,0	22,2	0,96	22,2	21,24	1,96	1,0	22,2 _{-0,96}
3. Фрезерування	0,8	20,4	0,8	20,4	19,6	1,8	0,8	20,4 _{-0,8}

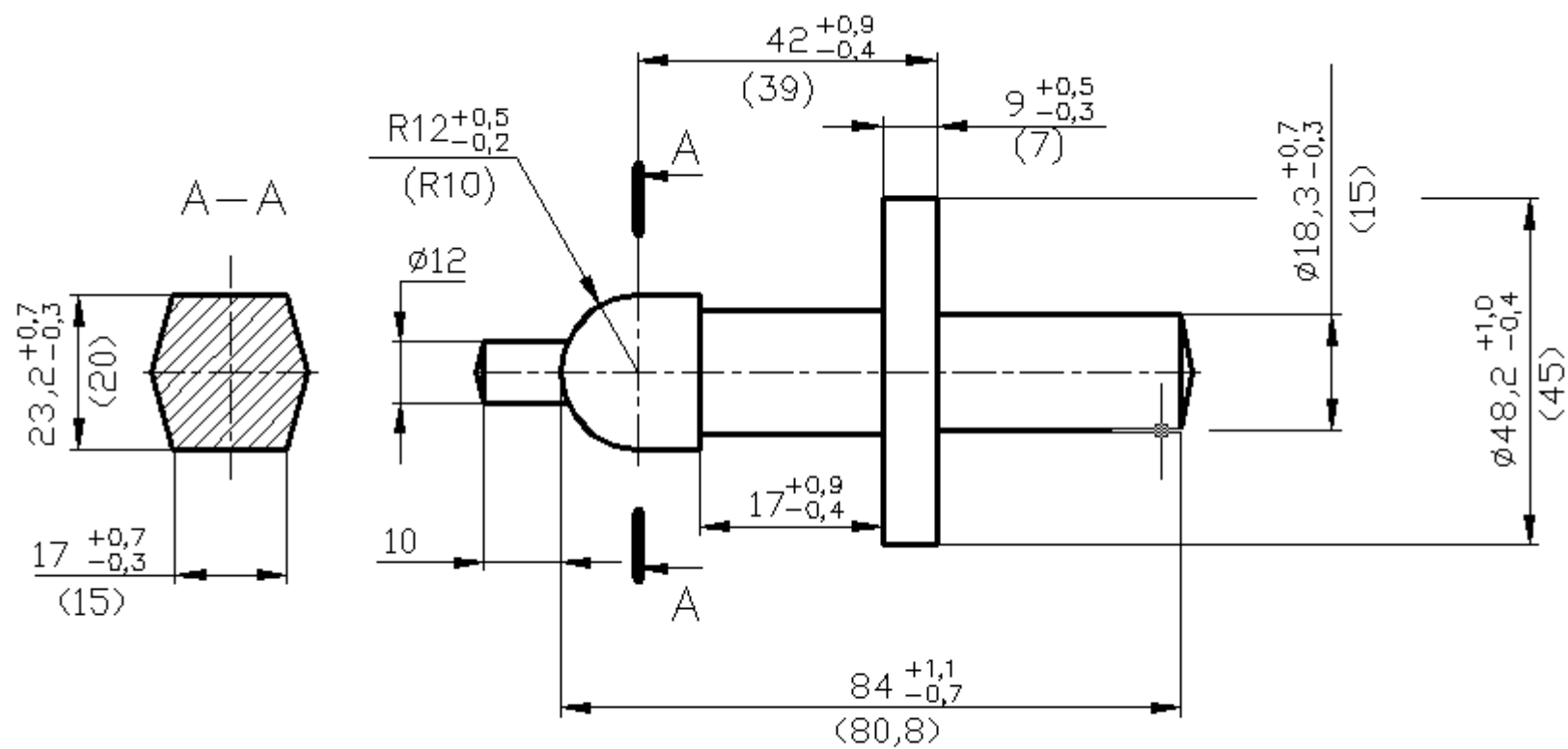


Рисунок 1.5 - Ескіз заготівки

1.6 Проектування операційної технології

1.6.1 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ, з використанням NX CAM

Розробка токарної операції

Керуючу програму для верстата з ЧПК будемо розробляти на токарну операцію 020. Операційний ескіз зображен на рисунку 1.6.

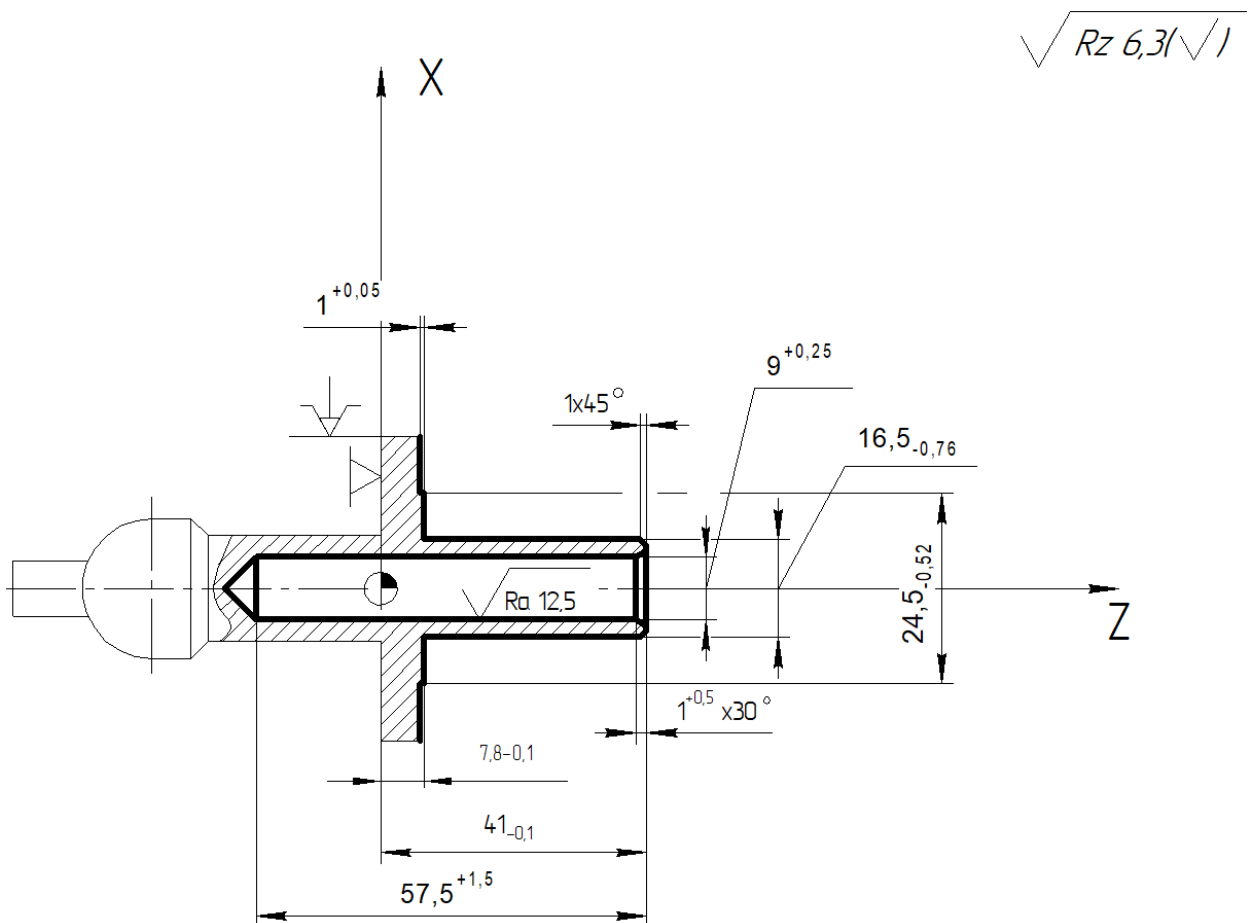


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз

Визначаємо налаштувальні розміри за формулою (1.51):

$$A_{\text{наст.}} = \frac{A_{\text{min}} + A_{\text{max}}}{2}, \quad (1.51)$$

де A_{min} – мінімальне значення розміру, мм;

A_{max} – максимальне значення розміру, мм.

Результати розрахунку зводимо в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Налаштувальні розміри

№ п/п.	Операційний розмір	Налаштувальний розмір
1	1 (+0,05)	1,0125
2	57,5 (+1,5)	58,25
3	41 (-0,1)	40,95
4	7,8 (-0,1)	7,75
5	∅9 (+0,25)	∅9,125
6	∅16,5 (-0,76)	∅16,12
7	∅24,5 (-0,52)	∅24,24

Еталонний інструментальний блок призначений для визначення вихідної точки кожного з інструментів шляхом визначення їх вильотів відносно еталону. Еталонний інструментальний блок служать для настройки інструментального мікроскопу. Параметри настройки інструментів вичислюють відносно нуля

еталонного інструменту, тобто його точно оброблених взаємно перпендикулярних поверхонь.

Координати «нульової» точки еталонного інструменту для даного верстату з фіксованим положенням супорта складають: $x_{и} = 100$ мм; $Z_{и} = 60$ мм.

Вильоти визначаються на інструментальному мікроскопі відносно нуля еталонного інструмента, а діаметр фрези і радіус округлення – на мікроскопі. Екран мікроскопа поділений на чотири частини: горизонтальну і перпендикулярну їй вертикальну лінії. Положення радіуса визначається параметром J.

Призначаємо площину безпеки, приймаємо 20 мм.

За допомогою відповідних операторів задаємо осі координат, площину безпеки, лінії траєкторії, опорні точки, параметри інструментів; швидкість обертання шпинделя, включаємо охолодження і призначаємо рух по траєкторії (при необхідності змінюємо величину подачі). Коли обробка виконана, фрезу відсилаємо в площину безпеки, а потім в вихідну точку верстату, після цього задаємо вимкнення обертання шпинделя і виключаємо подачу ЗОР в зону різання.

Орієнтуємо систему координат верстата відносно деталі. Додаємо заготовку. Задаємо в геометричній групі WORKPIECE деталь і заготовку. В геометричній групі AVOIDANCE задаємо начальну точку і точку повернення. Задаємо частоти обертання шпинделя і подачу (рис. 1.9).

В групі CONTAINMENT задаємо розташування площини безпеки.

Створюємо інструмент.

Далі створюємо переходи нашої обробки: підрізання торця, чистове зовнішнє точіння, центрування і свердління. Генеруємо траєкторію і створюємо керуючу програму за допомоги постпроцесора. Траєкторії руху інструментів показані на рис. 1.10-1.13. Лістинг керуючої програми показаний на рис. 1.14.

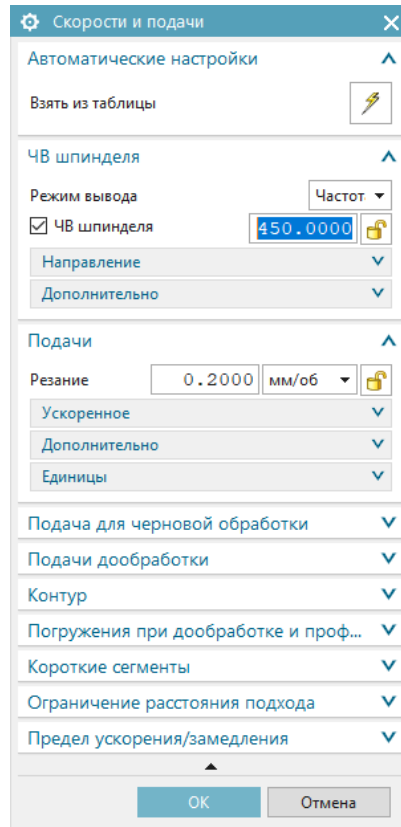


Рисунок 1.9 – Задавання частоти обертання і подачі

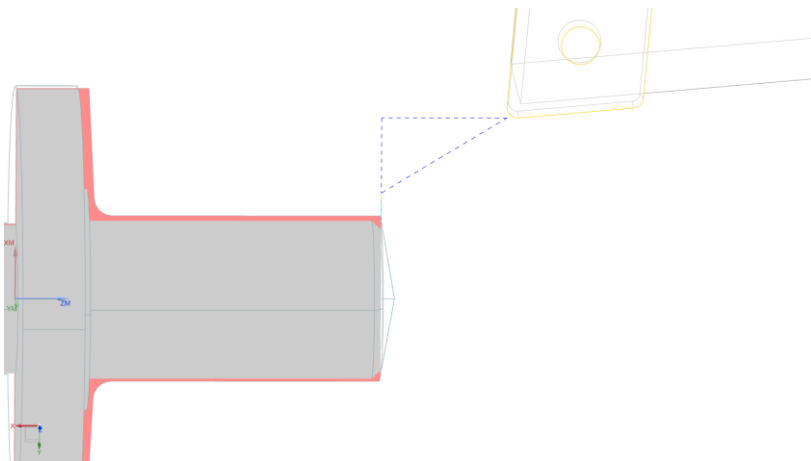


Рисунок 1.10 – Траєкторія руху інструмента

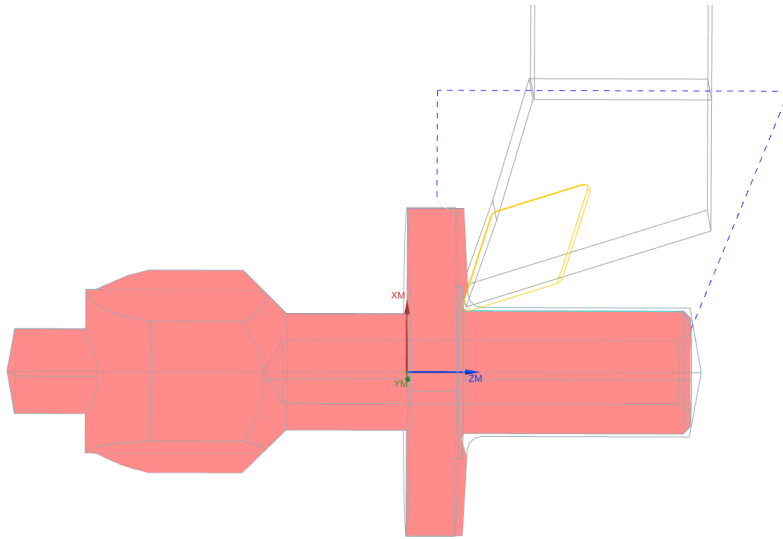


Рисунок 1.11 – Траєкторія руху інструмента

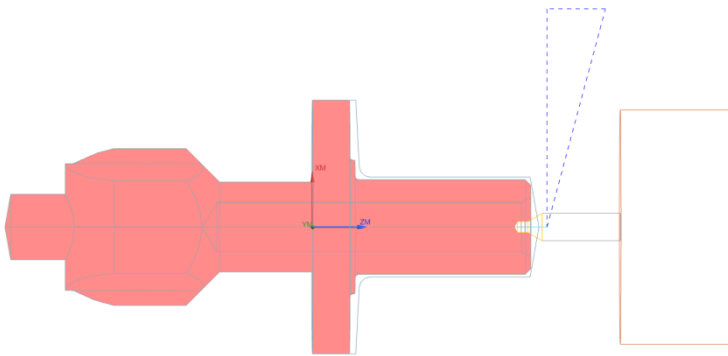


Рисунок 1.12 – Траєкторія руху інструмента

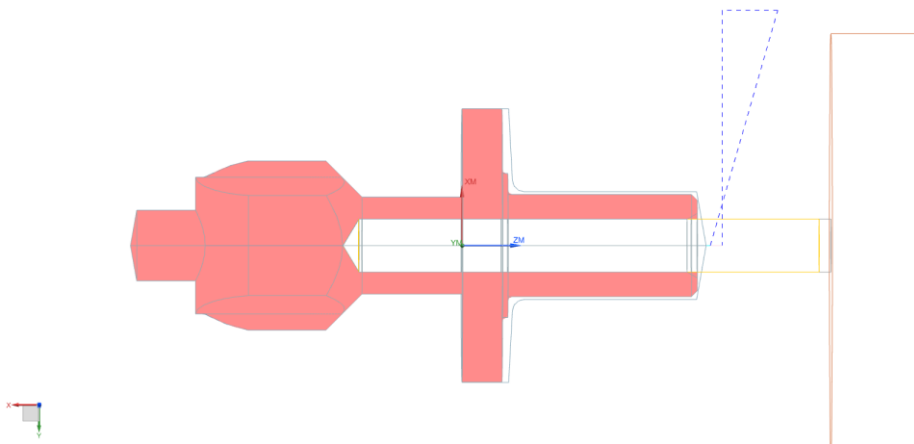


Рисунок 1.13 – Траєкторія руху інструмента

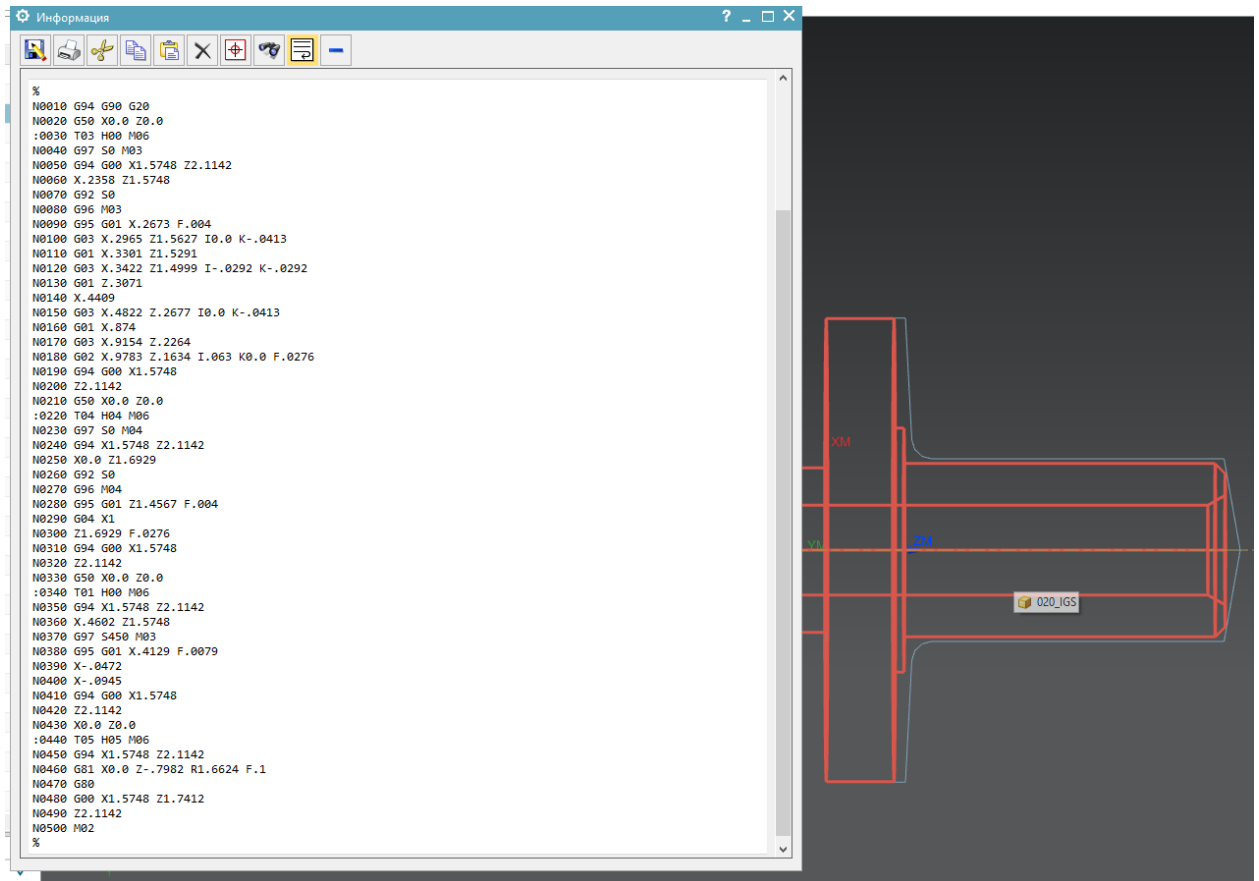


Рисунок 1.14 – Лістинг керуючої програми

1.6.2. Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання на операцію 15 (токарна).

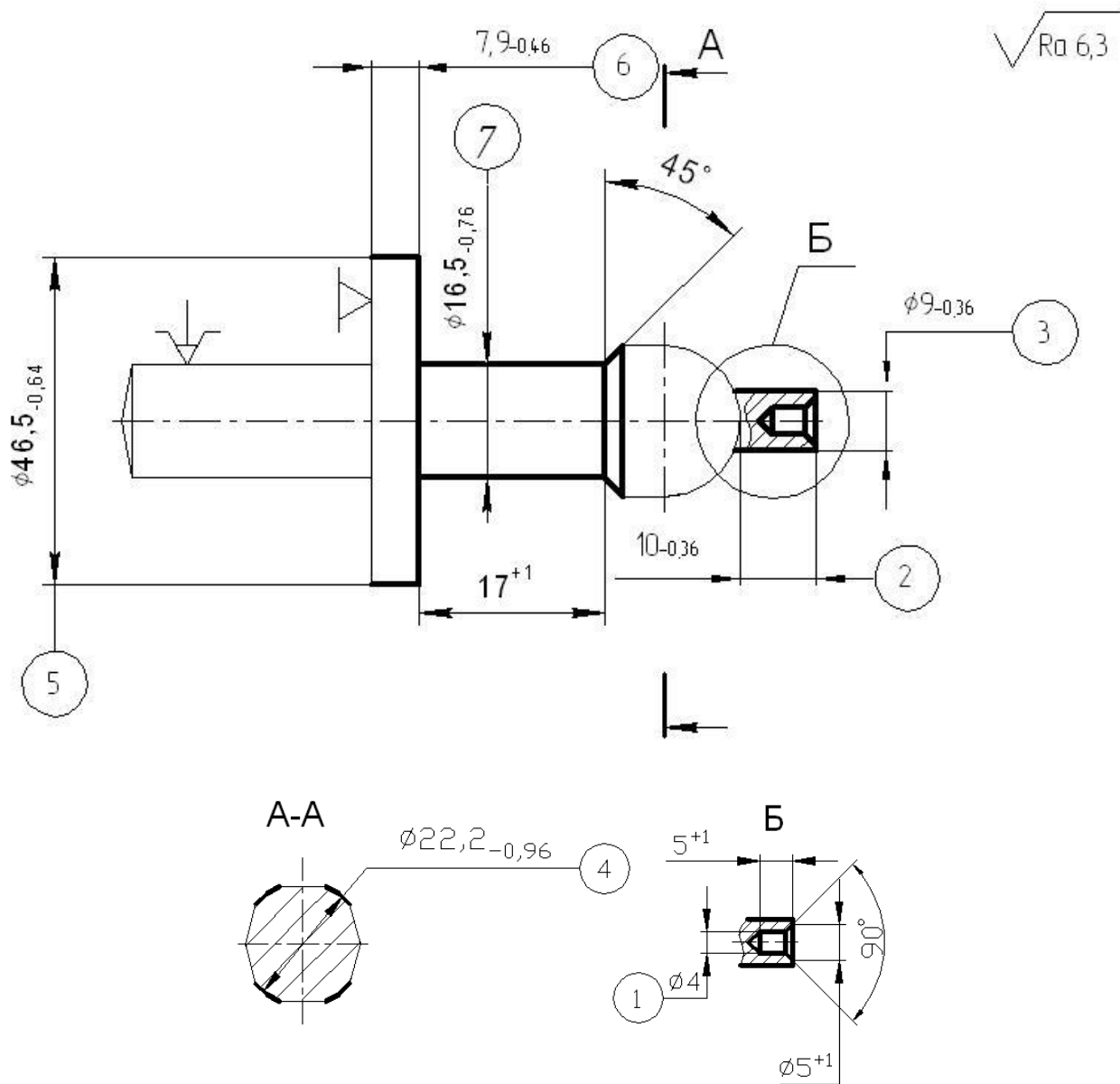


Рисунок 1.15 – Ескіз обробки

Вихідні данні:

Деталь – Поршень,

Матеріал – сталь 12Х2Н4А-Ш,

Заготівка – штамповка, 32,0...42,5 HRC,,

Станок – токарный с ЧПК, 16К20Ф3Р132

Перехід 1. Центровка.

Інструмент – центровка $\phi 4$ мм,

Матеріал – P12Ф4К5, ГОСТ10902-77

Довжина робочого ходу за формулою (1.30) [6]:

$$L_{p.x.} = L_{рез.} + y \quad (1.30)$$

де $L_{рез.}$ – довжина різання, 5 мм;

y – довжина врізання, 1,5 мм;

$$L_{p.x.} = 5 + 1,5 = 6,5 \text{ мм}$$

Подача $S_0 = 0,12$ мм/об – обрали по [6, карта С-2, с.111]

Стійкість інструмента:

$T_m = 30$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання знаходимо по формулі (1.31) [6]:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (1.31)$$

де V_T - табличне значення швидкості, 30 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6, карта С4, с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,5 [6, карта С 4, с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6, карта С-4, с.117];

$$V = 30 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 1 = 31,5 \text{ м/хв.}$$

Число обертів за формулою (1.32) [6]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (1.32)$$

$$n = \frac{1000 * 31,15}{3,14 * 4} = 2507,6 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n=2200$ об/хв

Уточнюємо швидкість різання за обраними по формулы (1.33) [6]:

$$V = \frac{\pi * D * n}{1000} \quad (1.33)$$

$$V = \frac{3,14 * 4 * 2200}{1000} = 27,6 \text{ м/хв}$$

Машиний час на переході по формулі (1.34) [6]:

$$t_m = \frac{L_{p.x.}}{n * S_0} \quad (1.34)$$

$$t_m = \frac{6,5}{2200 * 0,12} = 0,258 \text{ хв}$$

Потужність різання знаходимо по формулі (1.35) [6]:

$$N_{piz} = N_T * K_n * \frac{n}{1000} \quad (1.35)$$

де N_T - табличне значення потужності, 0,03 кВт [6, карта С-5, с.127];

K_n - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу 1,25 [6, карта С-6, с.127];

Таким обчином потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = 0,33 * 1,25 * \frac{2200}{1000} = 0,08 \text{ кВт}$$

Перехід 2. Обробити поверхню 2.

Інструмент – різець підрізний,

Матеріал Т15К6, R=1, $\varphi=45^\circ$, ГОСТ 18880-73.

Довжина робочого ходу за формулою (1.30):

$$L_{\text{р.х.}} = 9+3=12 \text{ мм.}$$

де $L_{\text{рез.}}$ мм – довжина різання, 9 мм;

у– довжина підводу, врізання і перебігу, 3 мм;

Подача супорта на оберт деталі $S_0=0,4$ мм/об [6,карта Т-2,с.23]

$T_m=60$ хв – стійкість в хвиликах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V=115 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 0,7=67,6 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 115 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,7 [6,карта С-4,с.117];

Розрахуємо число оертів шпинделя за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 67,6}{3,14 * 9} = 2392 \text{ об/хв}$$

де – діаметр оброблюємої поверхні, 9 мм;

за паспортом верстата, приймаємо $n=2200$ об/хв.

Розрахуємо швидкість за обраними обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 9 * 2200}{1000} = 62,1 \text{ м/хв.}$$

Основний машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_m = \frac{12}{2200 * 0,4} = 0,013 \text{ хв}$$

Перехід 3. Обробити поверхню 3.

Інструмент – різець прохідний, матеріал Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=5^\circ$, $r=1$ мм. ГОСТ 18868-73.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{p.x} = 10 + 2 = 12 \text{ мм}$$

де $L_{рез.}$ – довжина різання 10 мм;

u – довжина подвода врізання 2 мм;

Подача суппорта на оберт деталі $S_0=0,35$ мм/об [6, карта Т-2, с.23]

$T_m=60$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання за формулою (1.31):

$$V = 115 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1 = 96,6 \text{ мм/хв.}$$

де: $V_T = 115$ мм/хв – таблична швидкість [6, карта Т-4, с.30]

де V_T - табличне значення швидкості, 30 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблюючого матеріалу, 0,7 [6, карта С4, с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6, карта С 4, с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1,2 [6, карта С-4, с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 96,6}{3,14 * 9} = 3418 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюючої поверхні 9 мм;

за паспортом верстата, приймаємо $n = 2200$ об/хв.

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 9 * 2200}{1000} = 62,1 \text{ м/хв}$$

Основний машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_M = \frac{12}{2200 * 0,35} = 0,258 \text{ хв}$$

Перехід 4. Обробити поверню 4.

Інструмент – різець прохідний упорний, матеріал Т15К6, $R=1$, $\varphi=90^\circ$, ГОСТ 18880-73.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{p.x.} = 16 + 4 = 20 \text{ мм.}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 16 мм;

y – довжина врізання, 4 мм;

Подача супорта на оберт деталі $S_0 = 0,4$ мм/об [6, карта Т-2, с.23]

$T_M = 60$ хв – стійкість в хвиликах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 115 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 96,6 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 115 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6, карта С4, с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6, карта С 4, с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6, карта С-4, с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 96,6}{3,14 * 22,2} = 1386 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 22,2 мм

за паспортом верстата, приймаємо $n = 1200$ об/хв.

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3.14 \cdot 22,2 \cdot 1200}{1000} = 83,6 \text{ м/хв.}$$

Основний машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_m = \frac{20}{1200 \cdot 0,4} = 0,42 \text{ хв}$$

Перехід 5. Обробити поверхню 5.

Інструмент – різець прохідний упорний, матеріал Т15К6, $\phi=90^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=5^\circ$, $r=1$ мм. ГОСТ 18868-73.

Довжина робочого ходу за формулою (1.30):

$$L_{p.x.} = 11,9 \text{ мм.}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 7,9 мм;

u – довжина врізання, 4 мм;

Подача супорта на оберт деталі $S_0=0,24$ мм/об [6,карта Т-2,с.23];

$T_m=60$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 105 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1 = 88,2 \text{ мм/об.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 115 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6, карта С-4, с.117];

Розрахувати число обертів шпинделя по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 88,2}{3,14 * 46,5} = 604 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 46,5 мм

за паспортом верстата приймаємо $n=600$ об/хв

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 46,5 * 600}{1000} = 87,6 \text{ м/хв}$$

Основний машиний час на переході за формулою (1.34):

$$t_M = \frac{11,9}{600 * 0,24} = 0,08 \text{ хв}$$

Перехід 6. Обробити поверхню 6.

Інструмент – різець підрізний, матеріал Т15К6, $R=1$, $\varphi=45^\circ$, ГОСТ 18880-73.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{p.x.} = 30 + 2 = 32 \text{ мм.}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 30 мм;

y – довжина врізання, 2 мм;

Подача $S_0=0,25$ мм/об – обрали по [6, карта С-2, с.111]

Стійкість інструмента:

$T_M=60$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 84 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 100 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6,карта С-4,с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 84}{3,14 * 46,5} = 575,3 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 46,5 мм

за паспортом верстата приймаємо $n=500$ об/хв

Розрахуємо швидкість за заданими оборотами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 46,5 * 500}{1000} = 73 \text{ м/хв}$$

Основний машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_M = \frac{32}{500 * 0,25} = 0,256 \text{ хв}$$

Перехід 7. Обробити поверхню 7 і 8.

Інструмент – різець прохідний відогнутий, матеріал Т15К6, $\phi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=5^\circ$, $r=1$ мм. ГОСТ 18868-73.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{p.x.} = 17 + 5 = 22 \text{ мм.}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 17 мм;

u – довжина подводу врізання і величина фаски, 5 мм;

Подача супорта на оберт деталі $S_0=0,2$ мм/об [6,карта Т-2,с.23]

$T_M=60$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 105 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1 = 79,4 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 105 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,9 [6,карта С-4,с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 79,4}{3,14 * 16,5} = 1532 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 16,5 мм

За паспортом верстата приймаємо $n=1200$ об/хв

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3.14 \cdot 16,5 \cdot 1200}{1000} = 62,2 \text{ м/хв}$$

Основний машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_M = \frac{22}{1200 \cdot 0,2} = 0,091 \text{ хв}$$

Основний машиний час на операцію – сума часу за переходами по формулі (1.36) [6]:

$$t_{МП} = t_M + \dots + t_{Mn} \quad (1.36)$$

де t_M - машинний час;

n – кількість переходів

$$t_M = 0,025 + 0,013 + 0,015 + 0,042 + 0,08 + 0,256 + 0,091 = 0,5 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання на операцію 20 (токарна).

Ескіз обробки поверхонь зображено на рисунку 1.16.

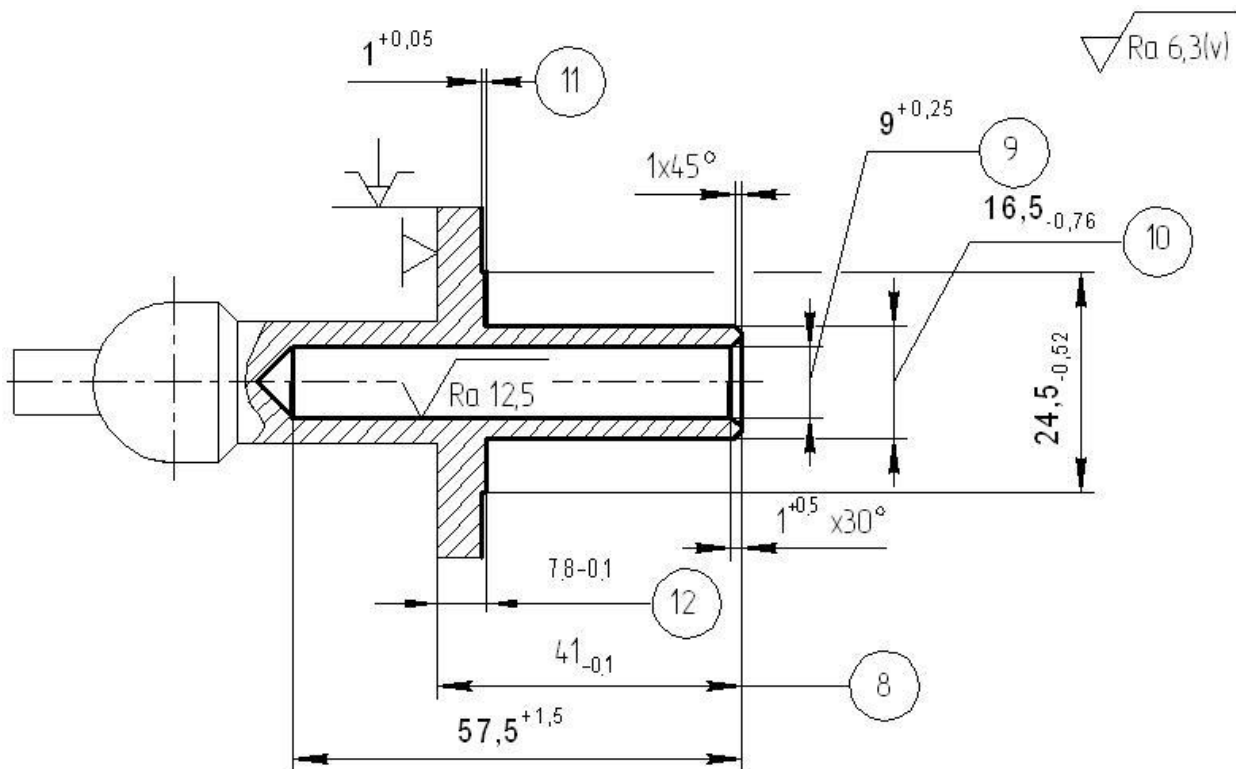


Рисунок 1.16 – Ескіз обробки

Вихідні дані:

Деталь – Поршень, матеріал – сталь 12Х2Н4А-Ш,

Заготівка – штамповка, 32,0...42,5 HRC₃,

Верстат – токарний с ЧПК, 16К20Ф3Р132

Перехід 1. Обробити поверхню 9.

Інструмент – свердло спіральне 9 мм, матеріал – Р18, ГОСТ 10902-77.

Глибина різання по формулі (1.37) [6]:

$$t = \frac{d_{\text{св}}}{2} \quad (1.37)$$

$$t = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ мм}$$

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{р.х.} = 57,5 + 1,5 = 59 \text{ мм}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 57 мм;

y – довжина врізання, 1,5 мм;

Подача $S_0 = 0,3$ мм/об – обрали по [6, карта С-2, с.111]

Стійкість інструмента:

$T_M = 30$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 30 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1 = 25,2 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 30 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6, карта С4, с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6, карта С 4, с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6, карта С-4, с.117];

Число обертів за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 25,2}{3,14 * 9} = 892 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблююмої поверхні, 9 мм

За паспортом верстата приймаємо $n = 800$ об/хв

Уточнюємо швидкість різання за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3.14 \cdot 9 \cdot 800}{1000} = 22,6 \text{ м/хв}$$

Машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_m = \frac{59}{800 \cdot 0,3} = 0,25 \text{ хв}$$

Потужність різання по формулі (1.35):

$$N_{\text{різ}} = 0,06 \cdot 1,25 \cdot \frac{800}{1000} = 0,06 \text{ кВт}$$

де N_T - табличне значення потужності, 0,06 кВт [6, карта С-5, с.127];

K_n - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу 1,25 [6, карта С-6, с.127];

Перехід 2. Обробка поверхні 8.

Інструмент – різець підрізний, матеріал Т15К6, $R=1$, $\varphi=45^\circ$, ГОСТ 18880 73.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{\text{р.х.}} = 7,5 + 6 = 13,5 \text{ мм.}$$

де $L_{\text{рез}}$ – довжина різання, 7,5 мм;

u – довжина врізання, 6 мм;

Подача супорта на оберт деталі - $S_0=0,25$ мм/об [6, карта Т-2, с.23]

$T_m=60$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 115 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 67,6 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 115 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблюючого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,7 [6,карта С-4,с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 67,6}{3,14 * 16,5} = 1305 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 16,5 мм

за паспортом верстата приймаємо $n=1200$ об/хв

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14*16,5*1200}{1000} = 62,1 \text{ м/хв}$$

Основне машинне час на переході за формулою (1.34):

$$t_M = \frac{13,5}{1200*0,25} = 0,045 \text{ хв}$$

Перехід 3. Обробка поверхні 10.

Інструмент – різець прохідний відігнутий, матеріал Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=5^\circ$, $r=1$ мм. ГОСТ 18868-73.

Довжина робочого ходу за формулою (1.30):

$$L_{p.x.} = 17+5=22 \text{ мм.}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 30 мм;

y – довжина підвода врізання і величина фаски, 3 мм;

Подача супорта на оберт деталі - $S_0=0,2$ мм/об [6,карта Т-2,с.23]

$T_M=60$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання за формулою (1.31):

$$V=105 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1=79,4 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 105 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,9 [6,карта С-4,с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 79,4}{3,14 * 16,5} = 1532 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 16,5 мм

за паспортом верстата приймаємо $n=1200$ об/хв

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами за формулою (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 16,5 * 1200}{1000} = 62,2 \text{ м/хв}$$

Основний машиний час на переході за формулою (1.34):

$$t_M = \frac{33}{1200 * 0,2} = 0,137 \text{ хв}$$

Перехід 4. Обробити поверхню 11 і 12.

Інструмент – різець підрізний, матеріал Т15К6, R=1, $\varphi=45^\circ$, ГОСТ 18880 73.

Довжина робочого ходу за формулою (1.30):

$$L_{p.x.}=7,5+6=33 \text{ мм.}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 30 мм;

u – довжина врізання, 3 мм;

Подача супорта на оберт деталі - $S_0=0,2$ мм/об [6,карта Т-2,с.23]

$T_m=60$ хв – стійкість інструменту в хвилинах машинної роботи верстата.

Швидкість різання за формулою (1.31):

$$V = 100 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 67,2 \text{ мм/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 100 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,2 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,8 [6,карта С-4,с.117];

Розрахуємо число обертів шпинделя за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 67,2}{3,14 * 46,5} = 460,2 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 16,5 мм

за паспортом верстата приймаємо $n=450$ об/хв

Розрахуємо швидкість за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3.14 \cdot 46,5 \cdot 450}{1000} = 65,7 \text{ м/хв.}$$

Основний машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_M = \frac{33}{450 \cdot 0,2} = 0,366 \text{ хв}$$

Основний машиний час на операцію – сума часу за переходами по формулі (1.36):

$$t_M = 0,25 + 0,045 + 0,137 + 0,366 = 0,8 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання на операцію 030 (фрезерна).

Ескіз обробки поверхні зображено на рисунку 1.17.

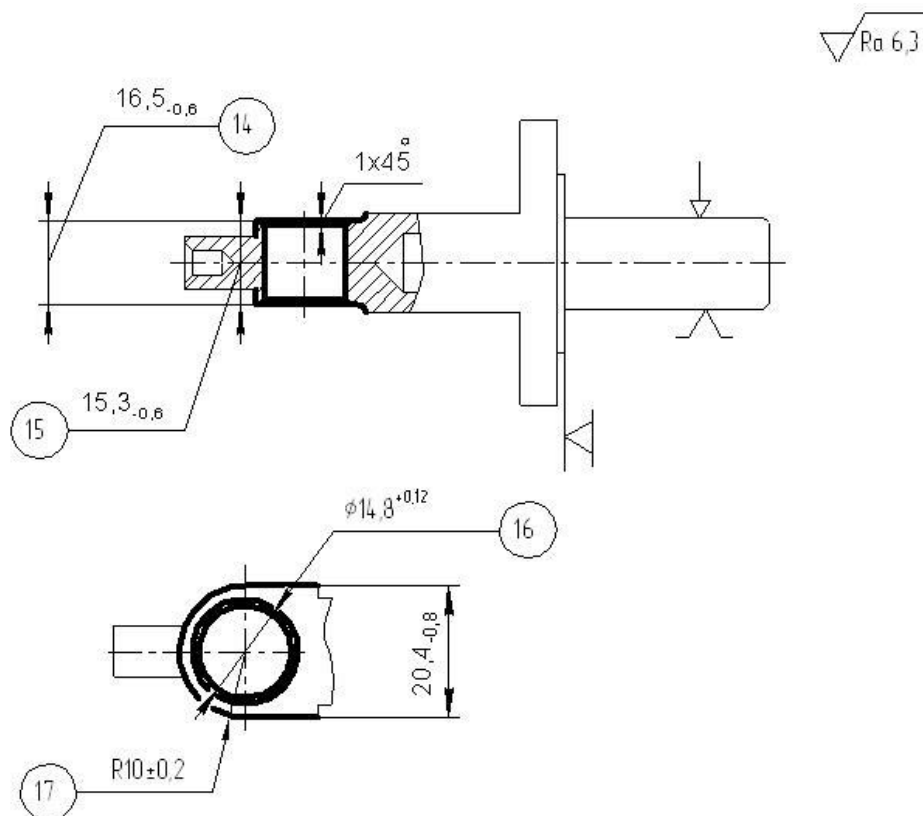


Рисунок 1.17 – Ескіз обробки.

Вихідні дані:

деталь – поршень,

матеріал – сталь 12Х2Н4А-Ш,

заготівка – штамповка, 32,0...42,5 HRC₉,

верстат – фрезерний с ЧПК, 6Р11

Перехід 1. Центровка.

Інструмент – центровка Ø2,5 мм, матеріал – Р6М5, ГОСТ 10962-77

Довжина робочого ходу за формулою (1.30):

$$L_{p.x.} = 2 + 1,5 = 3,5 \text{ мм}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 2 мм;

y – довжина врізання, 1,5 мм;

S_0 – подача, 0,03 мм/об – обрали за [6,карта С-2,с.111]

Стійкість інструменту:

$T_m = 20$ хв – стійкість в хвиликах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 22 \cdot 0,55 \cdot 1,5 \cdot 1 = 18,15 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 22 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,55 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,5[6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6,карта С-4,с.117];

Число обертів за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 18,15}{3,14 * 2,5} = 2312,1 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n=2280$ об/хв.

Уточнюємо швидкість різання за прийнятими обертами по формулі (1.30):

$$V = \frac{3,14 * 2,5 * 2280}{1000} = 17,9 \text{ м/хв}$$

Машиний час за формулою (1.33):

$$t_m = \frac{3,5}{2280 * 0,03} = 0,1 \text{ хв}$$

Потужність різання по формулі (1.34):

$$N_{\text{різ}} = 0,03 * 1,25 * \frac{2280}{1000} = 0,09 \text{ кВт}$$

де N_T - табличне значення потужності, 0,03 кВт [6,карта С-5,с.127];

K_n - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу 1,25 [6,карта С-6,с.127];

Перехід 2. Свердлити отвір 16

Інструмент – свердло спіральне Ø14,8 мм, матеріал – P18, ГОСТ 10902-77.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{p.x.} = 16,5 + 5 + 5 = 26,5 \text{ мм}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 16,5 мм;

y – довжина врізання, 1 мм;

$L_{доп.}$ – довжина перебігу, 5 мм.

Подача $S_0 = 0,22$ мм/об – обрали за [6, карта С-2, с.111]

Стійкість інструменту:

$T_M = 30$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстату.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 22 \cdot 0,55 \cdot 1,25 \cdot 1 = 15,1 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 22 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблюемого матеріалу, 0,55 [6, карта С4, с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,25 [6, карта С 4, с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6, карта С-4, с.117];

Число обертів за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 15,1}{3,14 * 14,8} = 325 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n = 320$ об/хв

Уточнюємо швидкість різання за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 14,8 * 320}{1000} = 14,9 \text{ м/хв}$$

Машиний час по формулі (1.34):

$$t_m = \frac{26,5}{320 \cdot 0,22} = 0,37 \text{ хв}$$

Потужність різання за формулою (1.35):

$$N_{\text{різ}} = 0,94 \cdot 1,25 \cdot \frac{320}{1000} = 0,37 \text{ кВт}$$

де N_T - табличне значення потужності, 0,94кВт [6,карта С-5,с.127];

K_n - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу 1,25 [6,карта С-6,с.127];

Перехід 3. Зенкувати фаску.

Інструмент – зенковка Ø16 мм, матеріал – P12Ф4К5, ГОСТ 12489-71.

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{\text{р.х.}} = 1 + 1 = 2 \text{ мм.}$$

де $L_{\text{рез}}$ – довжина різання, 1 мм;

u – довжина врізання, 1 мм;

Подача $S_0 = 0,27$ мм/об – обрали за [6,карта С-2,с.111]

Стійкість інструменту:

$T_m = 20$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстату.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 18 \cdot 0,55 \cdot 1,25 \cdot 1 = 12,4 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 18 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,55 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,25 [6, карта С 4, с. 116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1 [6, карта С-4, с. 117];

Число обертів по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 12,4}{3,14 * 16} = 246,8 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 16 мм;

за паспортом верстата приймаємо $n=220$ об/хв.

Уточнюємо швидкість різання за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 16 * 220}{1000} = 11 \text{ м/хв}$$

Машинний час по формулі (1.34):

$$t_M = \frac{2}{220 * 0,27} = 0,034 \text{ хв}$$

Потужність різання знаходимо за формулою (1.35):

$$N_{\text{різ}} = 1,2 * 1,25 * \frac{220}{1000} = 0,33 \text{ кВт}$$

де N_T - табличне значення потужності, 1,2 кВт [6, карта С-5, с. 127];

K_n - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу 1,25 [6, карта С-6, с. 127].

Перехід 4. Фрезерувати поверхні 14 і 17.

Інструмент – фреза кінцева Ø26 мм, матеріал – P12Ф4К5, ГОСТ 17025 71.

Подача на зуб $S_z=0,1$ мм/зуб [6,карта Ф-2,с.86]

Швидкість різання по формулі (1.30):

$$V = 42 \cdot 1 \cdot 0,55 \cdot 1,2 = 29,7 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 42 м/хв [6,карта С-4,с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 1 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 0,55 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 1,2 [6,карта С-4,с.117].

Число обертів знаходимо по формулі (1.31):

$$n = \frac{1000 * 29,7}{3,14 * 26} = 363,8 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні 26 мм

за паспортом верстата приймаємо $n=355$ об/хв

Уточнюємо швидкість різання за прийнятими обертами по формулі (1.32):

$$V = \frac{3,14 * 26 * 355}{1000} = 29 \text{ м/хв}$$

Хвилина подача за формулою (1.38) [6]:

$$S_M = S_z \cdot z_n \cdot n \quad (1.38)$$

$$S_M = 0,1 \cdot 5 \cdot 355 = 177,5 \text{ мм/хв.}$$

де $z_{и}$ – число зубів фрези, 5.

Машиний час за формулою (1.39) [6]:

$$t_M = \frac{L_{р.х.}}{S_M} \quad (1.39)$$

$$t_M = \frac{177}{177,5} = 0,99 \text{ хв}$$

Довжину робочого зоду знайдемо по формулі (1.40) [6]:

$$L_{р.х.} = \frac{\pi r^2}{2} + 20 \quad (1.40)$$

$$L_{р.х.} = \frac{3,14 * 10^2}{2} + 20 = 177 \text{ мм}$$

Потужність різання по формулі (1.41) [6]:

$$N = E * \frac{V * b_{\max} * z_{и}}{1000} * K_1 * K_2 \quad (1.42)$$

де E – таблична величина, 1,1 [6, карта Ф-5, с.102];

$z_{и}$ – число зубів фрези, 5;

b_{\max} – максимальна ширина фрезування, 20,4 мм;

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу, 1,4 [6, карта Ф 5, с.103];

K_2 - коефіцієнт, що залежить від типу фрези і швидкості різання, 1 [6, карта Ф 5, с.103].

Отримуємо потужність різання за формулою (1.35):

$$N = 1,1 * \frac{29 * 20,4 * 5}{1000} * 1,4 * 4,14 \text{ кВт}$$

Перехід 5 Перевстановити і закріпити деталь.

Перехід 6 Фрезерувати поверхні 15 і 17.

Режими різання анологічні переходу 4:

Подача на зуб - $S_z=0,1$ мм/зуб;

Подача по формулі (1.38):

$$S_m = 0,1 \cdot 5 \cdot 355 = 177,5 \text{ мм/хв.}$$

Швидкість різання – $V=29$ м/хв.;

Оберти - $n=355$ об/хв.;

Машиний час - $t_m=0,99$ хв.;

Потужність різання – $N=4,14$ кВт.

Перехід 7 Зенкувати фаску.

Режими різання анологічні переходу 3:

Подача - $S_0=0,27$ мм/об;

Скорость резания - $V=11$ м/хв.;

Обороты - $n=220$ об/мин.;

Машинное время - $t_m=0,034$ хв.;

Мощность резания - $N=0,33$ кВт.

Потужність різання по операції - сума потужності по переходах по формулі (1.43) [6]:

$$N = N_{\text{різ}} + N_{\text{різн}} \quad (1.43)$$

де $N_{\text{різ}}$ - потужність різання;

n – кількість переходів

$$N = 0,09 + 0,37 + 0,33 + 4,14 + 4,14 + 0,33 = 10,21 \text{ кВт}$$

Основний машиний час на операцію – сума часу за переходами по формулі (1.36):

$$t_M = 0,1 + 0,37 + 0,034 + 0,99 + 0,99 + 0,034 = 2,52 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання на операцію 60 (свердлильна).

Схема обробка зображена на рисунку 1.18.

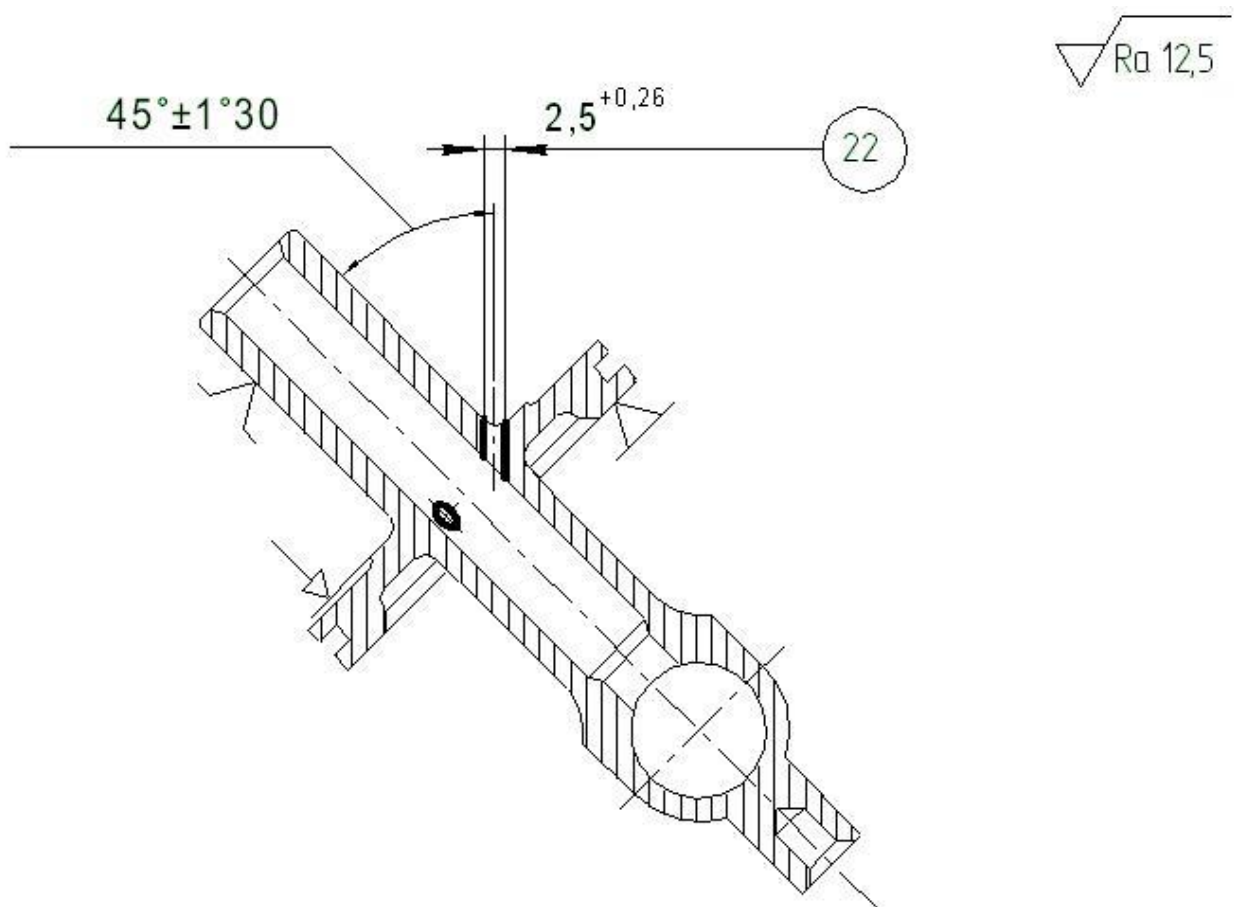


Рисунок 1.18 – Ескіз обробки

Вихідні данні:

деталь – поршень,

матеріал – сталь 12Х2Н4А-Ш,

заготівка – штамповка, 32,0...42,5 HRC₃,

верстат – свердлильний, 2А55

Перехід 1. Центровка.

Інструмент – центровка Ø2 мм, матеріал – Р12Ф4К5, ГОСТ10902-77

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{p.x.} = 1 + 1,2 = 2,2 \text{ мм}$$

де $L_{рез}$ – довжина різання, 1 мм;

y – довжина врізання, 1,2 мм;

Подача $S_0 = 0,08$ мм/об – образи за [6, карта С-2, с.111]

Стійкість інструменту:

$T_m = 30$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 30 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 0,3 = 9,45 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 30 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблююмого матеріалу, 0,7 [6, карта С4, с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,5 [6, карта С 4, с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,3 [6, карта С-4, с.117].

Число обертів за формулою (1.32):

$$n = \frac{1000 * 9,45}{3,14 * 2} = 1504 \text{ об/хв}$$

де D – діаметр оброблюємої поверхні, 2 мм;

за паспортом верстата приймаємо $n=1200$ об/хв

Уточнюємо швидкість різання за обраними обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3.14 \cdot 2 \cdot 1200}{1000} = 7,5 \text{ м/хв}$$

Машиний час на переході по формулі (1.34):

$$t_M = \frac{2}{1200 \cdot 0,08} = 0,0625 \text{ хв}$$

Перехід 2. Сверлити отвори 24.

Інструмент – свердло спіральне 2,5 мм, матеріал – P18, ГОСТ 10902-77.

Глибина різання по формулі (1.37):

$$t = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ мм}$$

де $d_{\text{св}}=2,5$ мм

Довжина робочого ходу по формулі (1.30):

$$L_{\text{р.х.}} = 5,7 + 4 = 9,7 \text{ мм}$$

де $L_{\text{рез}}$ – довжина різання, 57 мм;

y – довжина врізання, 1,5 мм;

Подача $S_0=0,1$ мм/об – обрали за [6, карта С-2, с.111]

Стійкість інструмента:

$T_M=30$ хв – стійкість в хвилинах машиної роботи верстата.

Швидкість різання по формулі (1.31):

$$V = 30 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 15,75 \text{ м/хв.}$$

де V_T - табличне значення швидкості, 30 м/хв [6, карта С-4, с.115]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблюючого матеріалу, 0,7 [6,карта С4,с.116];

K_2 - коефіцієнт, залежний від стійкості інструмента, 1,5 [6,карта С 4,с.116];

K_3 - коефіцієнт, залежний від відношення довжини різання до діаметру, 0,5 [6,карта С-4,с.117];

Число обертів по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 15,75}{3,14 * 2,5} = 2006 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n=1700$ об/хв.

Уточнюємо швидкість різання за прийнятими обертами по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 2,5 * 1700}{1000} = 13,3 \text{ м/хв}$$

Машиний час на переході за формулою (1.34):

$$t_M = \frac{9,7}{1700 * 0,1} * 3 = 0,017 \text{ хв}$$

Основний машиний час на операцію – сума часу за переходами по формулі (1.36):

$$t_M = 0,0625 + 0,017 = 0,08 \text{ мм}$$

де t_M - машинний час;

n – кількість переходів

Розрахунок режимів різання на операцію 85 (шліфувальна).

Схема обробки зображена на рисунку 1.19.

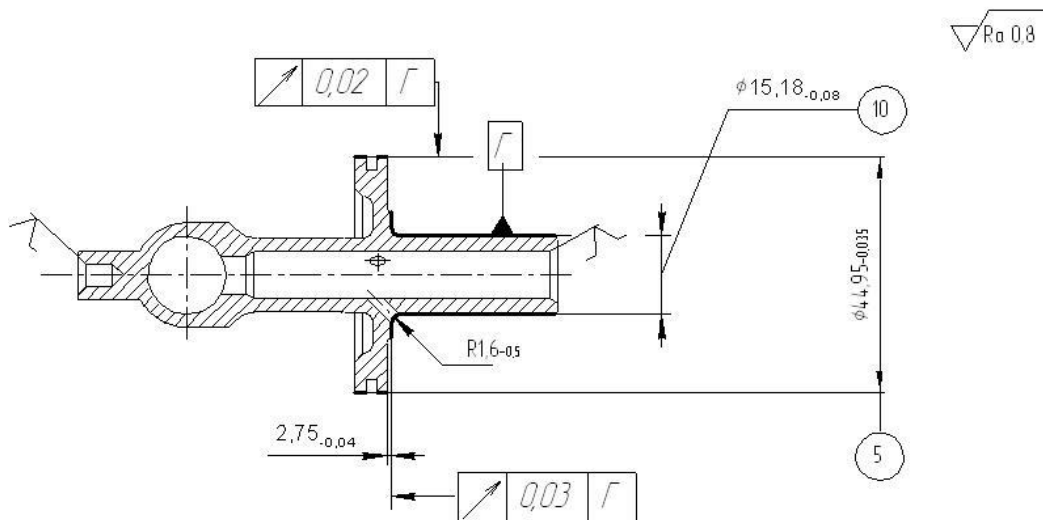


Рисунок 1.19 – Ескіз обробки

Вихідні дані:

деталь – поршень,

матеріал – сталь 12Х2Н4А-Ш,

заготівка – штамповка, 32,0...42,5 НРС₃,

верстат – круглошлифувальний, 3А151

Інструмент – шліфувальний круг 600×125×305, ГОСТ 17723-79.

Перехід 1 шліфувати поверхню 25.

Розрахуємо швидкість шліфувального круга по формулі (1.44) [6]:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кр}}}{1000 \cdot 60} \quad (1.44)$$

де D – діаметр круга, 600 мм.;

$n_{\text{кр}}$ – частота обертання шліфувального круга по верстату, 1112 об/мин.

$$V_{\text{кр}} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 34,9 \text{ м/сек}$$

Характеристики шліфувального круга обираємо за [2, карта Ш 1, с.172] Э9А25 - 40 СМ1- СМ2 10 К25.

Розраховуємо швидкість і частоту обертання деталі.

Рекомендовану нормативну швидкість обертання деталі визначимо по [2, карта Ш-1, с.173], $V = 30 \text{ м / хв}$.

Розрахуємо число оборотів шпинделя і уточнимо його за паспортом верстата по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 30}{3,14 * 44,95} = 212,5 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n=200 \text{ об/хв}$.

Уточнюємо швидкість обертання деталі за прийнятими обертами по формулою (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 44,95 * 200}{1000} = 28,2 \text{ м/хв}$$

Обираємо хвилину поперечну подачу (ручний цикл шліфування) по формулі (1.45) [6]:

$$S_M = S_{M(\text{табл})} K_1 K_2 K_3, \quad (1.45)$$

де $S_{M(\text{табл})}$ – хвилина подача, $0,75 \text{ мм/хв}$ [2, карта Ш-1, с.174]

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу і швидкості обертання кола, $0,9$ [2, карта Ш-1, с.174];

K_2 - коефіцієнт, що залежить від припуску і точності обробки, $0,9$ [2, карта Ш 1, с.175];

K_3 - коефіцієнт, що залежить від діаметра кола, кількості кіл і характеру поверхні, $1,1$ [2, карта Ш-1, с.175]. Таким образом:

$$S_M = 0,75 * 0,9 * 0,9 * 1,1 = 0,67 \text{ мм/хв};$$

Розрахуємо подачу по формулі (1.46) [6]:

$$S = \frac{S_M}{n} \quad (1.46)$$

де - S_M –хвилина подача, 0,67 мм/хв.;

n – оберти, 60 об/хв.

$$S = \frac{0,67}{60} = 0,011 \text{ мм/об}$$

Час виходжування по [2,карта Ш-1,с.175]

$t_{\text{вих}}=0,09$ зв.

Машиний час за формулою (1.47) [6]:

$$t = \frac{1,3(Z-Z_{\text{вих}})}{S_M} + t_{\text{вих}} \quad (1.47)$$

де $Z_{\text{вих}}$ – шар, знімає мий при виходжуванні, 0,02 мм.;

Z – припуск знімає мий при шліфуванні, 0,28 мм.

$$t = \frac{1,3(0,28 - 0,2)}{0,67} + 0,09 = 0,6 \text{ мм}$$

Перехід 2 шліфувать поверхню 26.

Обробку ведемо тим же шліфувальним кругом.

Розрахуємо швидкість шліфувального круга по формулі (1.33):

$$V_{\text{кр}} = \frac{3,14 * 600 * 1112}{1000 * 60} = 34,9 \text{ м/сек}$$

де D – діаметр круга, 600 мм.;

$n_{\text{кр}}$ - частота обертання шліфувального круга по верстату, 1112 об/мин.

Розрахуємо число оборотів шпинделя і уточнимо його за паспортом верстата по формулі (1.32):

$$n = \frac{1000 * 30}{3,14 * 15,18} = 629,3 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n=600$ об/мин.

Уточнюємо швидкість обертання деталі по формулі (1.33):

$$V = \frac{3,14 * 15,18 * 600}{1000} = 28,6 \text{ м/хв}$$

Оберемо хвилинну поперечну подачу (ручний цикл шліфування) по формулі (1.45):

$$S_m = 0,75 * 0,9 * 0,9 * 1,1 = 0,67 \text{ мм/хв};$$

де $S_{\text{хв(табл)}}$ – хвилина подача, 0,75 мм/хв. [2, карта Ш-1, с.174];

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу і швидкості обертання кола, 0,9 [2, карта Ш-1, с.174];

K_2 - коефіцієнт, що залежить від припуску і точності обробки, 0,9 [2, карта Ш 1, с.175];

K_3 - коефіцієнт, що залежить від діаметра кола, кількості кіл і характеру поверхні, 1,1 [2, карта Ш-1, с.175]. таким образом:

Розрахуємо подачу по формулі (1.40):

$$S = \frac{0,67}{60} = 0,011 \text{ мм/об}$$

Час виходжування за [2, карта Ш-1, с.175]

$$t_{\text{вих}} = 0,09 \text{ хв.}$$

Машиний час по формулі (1.34):

$$t = \frac{1,3(0,118 - 0,2)}{0,67} + 0,09 = 0,28 \text{ мм}$$

де $Z_{\text{вих}}$ – шар знімає мий при виходжуванні, 0,02 мм.;

Z – припуск, знімає мий при шліфуванні, 0,118 мм.

Основний машиний час на операцію – сума часу за переходами по формулі (1.36):

$$t_{\text{м}} = 0,6 + 0,28 = 0,88 \text{ хв}$$

де $t_{\text{м}}$ - машинний час;

n – кількість переходів

Розрахунки режимів різання заносим в зведену таблицю 1.12

Таблиця 1.12. – Звідна таблиця режимів різання

№ Оп.	Обладнення	№ пер.	Оброб. поверхня	Режими обробки				
				t мм	s мм/об	n _{ст} об/хв	V _д м/хв	T _о хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9
015	Токарний ЧПУ, 16К20Ф3Р132	1	1	2	0,12	2200	27,6	0,025
		2	2	1	0,4	2200	62,1	0,013
		3	3	1,5	0,35	2200	62,1	0,015
		4	4	0,5	0,4	1200	83,6	0,042
		5	5	0,85	0,24	600	87,6	0,08
		6	6	1,1	0,25	500	73	0,256
		7	7	0,9	0,2	1200	62	0,091
020	Токарний ЧПК, 16К20Ф3Р132	1	9	4,5	0,3	800	22,6	0,25
		2	8	1	0,25	1200	62,1	0,045
		3	10	0,9	0,2	1200	62,2	0,137
		4	11, 12	1	0,2	450	65,7	0,366
025	Кругло- шліфувальн., 3А164	1	13	0,7	0,01	1112	25	4,78
030	Фрезерний ЧПК 6Р13Ф3	1	центр.	1,25	0,03	2280	17,9	0,1
		2	16	7,4	0,22	320	14,9	0,37
		3	Фаска	1	0,27	220	11	0,034
		4	14, 17	1,3	0,1	355	29	0,99
		5	14,17	1,3	0,1	355	29	0,99
		6	фаска	1	0,27	220	11	0,034
050	Токарний ЧПК, АТПр- 2СМ12СН	1	18	0,55	0,12	500	87,2	1,33
		2	19	2,45	0,3	600	84,3	2,4
		3	20,21,22	3,7	0,4	650	85,1	7,1

Продовження таблиці 1.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
055	Вертикально-свердильний, 2Н118	1	23	3,5	0,25	800	14,1	5,5
060	Вертикально-свердильний, 2Н118	1	центрувати	1	0,08	1200	7,5	0,062
		2	24	1,25	0,1	1700	13,3	0,017
085	Кругло-шліфувальн., 3А151	1	25	0,22	0,007	1112	28,2	0,6
		2	26	0,29	0,007	1112	28,6	0,28
090	Безцентрово-шліфувальн., 3М182А	1	26	0,09	0,003	1112	29,2	1,7
095	Токарний, 1А16	1	27	0,47	0,1	550	86,5	1,1
		2	28	0,5	0,12	600	84,3	3,4
100	Абразивно-відрізний, 3Б633	1	29	1	0,08	1112	30	1,0
110	Внутри-шліфувальн., 3К225А	1	30	0,1	0,005	1112	28,7	7,52
115	Плоско-шліфувальн., 371М	1	31	0,18	0,008	1112	30	5,45
		2	31	0,18	0,008	1112	30	5,45

1.6.3 Нормування операцій

Кількість деталей в партії для одночасного запуску визначається за формулою (1.48) [6]:

$$n = \frac{N \cdot a}{251} \quad (1.48)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт;

a – періодичність випуску, дні;

251 – кількість робочих днів в році.

$$n = \frac{5000 \cdot 3}{251} = 60 \text{ дет}$$

Розрахунок технічної норми часу зробимо для токарної операції 015.

У серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу $T_{штк}$ за формулою (1.49) [6]:

$$T_{штк} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (1.49)$$

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

У підготовчо-заключний час входить: час на наладку верстата, інструменту та пристосування 20 хв., отримання, здача інструменту і пристосування - 6 хв.

$T_{п-з}=26$ хв., [9,табл.6.6,с.219];

Штучний час за формулою (1.50) [6]:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{об} + T_{от} \quad (1.50)$$

де T_o – основний час, 0,5 хв;

T_b – допоміжний час;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{от}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби;

Допоміжний час знаходимо за формулою (1.55) [6]:

$$T_B = T_{вс.} + T_{з.в.} + T_{уп.} + T_{вим.} \quad (1.55)$$

де $T_{вс.}$ - час на установку і зняття деталі, масою до 5 кг в трьохкулачковому патроні 0,17 хв [8, карта 51, с.139];

$T_{з.в.}$ – час на закріплення і відкріплення гвинтовим затискачем за допомогою гайкового ключа (маса деталі не більше 5 кг), 0,42 хв [9, табл. 5.7, с.202];

$T_{уп.}$ – час на прийоми управління (включити і вимкнути верстат кнопкою 0,02 хв., підвести і відвести інструмент до деталі 0,12 хв), 0,14 хв [9, табл. 5.8, с.202];

$T_{вим.}$ – час на вимірювання деталі калібр-пробкою і штангенциркулем, 0,36 хв [9, табл. 5.10, с.206];

$$T_B = (0,17 + 0,42 + 0,14 + 0,36) \cdot 1,5 = 1,63 \text{ хв.}$$

Так як нормування робимо для серійного виробництва то допоміжне час, обраний, за таблицями збільшили в 1,5 рази [9, с.101].

Оперативний час визначаємо за формулою (1.56) [6]:

$$T_{оп.} = T_о + T_B \quad (1.56)$$

де $T_о$ - основний час, 0,5 хв.;

T_B – допоміжний час, 1,63 хв.

$$T_{оп.} = 0,5 + 1,63 = 2,13 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця за формулою (1.57) [6]:

$$T_{об.} = T_{тех.} + T_{орг.} = (\alpha_{тех.} + \alpha_{орг.}) \cdot T_{оп.} \quad (1.57)$$

де $\alpha_{тех.}$ – коефіцієнт для програмних верстатів, 0,025 [9,табл. 5.20,с.212];

$\alpha_{орг}$ - коефіцієнт для програмних верстатів з охолодженням, 0,018 [9,табл.21,с.212];

$$T_{об} = (0,025 + 0,018) \cdot 2,13 = 0,091 \text{ хв.}$$

Час на відпочинку знаходимо за формулою (1.58) [6]:

$$T_{від} = 0,05 \cdot T_{оп.} \quad (1.58)$$

$$T_{від} = 0,05 \cdot 2,13 = 0,1 \text{ хв.}$$

Штучний час знаходимо за формулою (1.50):

$$T_{шт} = 0,5 + 1,63 + 0,091 + 0,1 = 2,32 \text{ хв.}$$

Штучно - калькуляційний час за формулою(1.49):

$$T_{штк} = 2,13 + \frac{26}{180} = 2,27 \text{ хв}$$

Розрахунок технічної норми часу зробимо для фрезерної операції 030.

Норма штучно-калькуляційного часу $T_{штк}$ за формулою (1.44):

$$T_{штк} = 4,66 + \frac{36}{180} \text{ хв}$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час.

У підготовчо-заключний час входить: час на наладку верстата, інструменту та пристосування 30 хв., отримання і здача інструменту та пристосування - 6 хв.

$$T_{п-з}=36 \text{ хв.}, [9, \text{табл. 6.6, с. 219}];$$

Знаходимо штучний час за формулою (1.50):

$$T_{шт} = 2,52 + 1,74 + 0,183 + 0,213 = 4,66 \text{ хв.}$$

де T_o – основний час, 2,52 хв.;

T_b – допоміжний час;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{от}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби;

Допоміжний час за формулою (1.55):

$$T_b = (0,24 + 0,42 + 0,14 + 0,36) \cdot 1,5 = 1,74 \text{ хв.}$$

де $T_{в.с.}$ - час на встановлення і зняття деталі, масою до 5 кг, 0,24 хв [8, карта 51, с.139];

$T_{з.в.}$ - час на закріплення і відкріплення гвинтовим затискачем за допомогою гайкового ключа (маса деталі не більше 5 кг), 0,42 хв [9, табл. 5.7, с.202];

$T_{уп.}$ - час на прийоми управління (включити і вимкнути верстат кнопкою 0,02 хв., Підвести і відвести інструмент до деталі 0,12 хв), 0,14 хв [9, табл. 5.8, с.202];

$T_{вим.}$ - час на вимірювання деталі калібр-пробкою і штангенциркулем, 0,36 хв [9, табл. 5.10, с.206];

Так як нормування робимо для серійного виробництва то допоміжне час, обраний, за таблицями збільшили в 1,5 рази [9, с.101].

Оперативний час знаходимо за формулою (1.56):

$$T_{оп} = 2,52 + 1,74 = 4,26 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця по формулі (1.57):

$$T_{об.} = (0,025 + 0,018) \cdot 4,26 = 0,183 \text{ хв.}$$

де $\alpha_{тех.}$ – коефіцієнт для програмних верстатів, 0,025 [9,табл. 5.20,с.212];

$\alpha_{орг}$ – коефіцієнт для програмних верстатів з охолодженням, 0,018 [9,табл.21,с.212];

Час на відпочинок за формулою (1.58):

$$T_{від} = 0,05 \cdot 4,26 = 0,213 \text{ хв.}$$

Розрахунок технічної норми часу зробимо для шліфувальної операції 085.

Норма штучно-калькуляційного часу $T_{шт-к}$ знаходимо по формулі (1.49):

$$T_{штк} = 3,8 + \frac{39}{180} = 4 \text{ хв}$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час, 39 хв. [9,табл.6.6,с.219];

У підготовчо-заклучний час входить: час на наладку верстата, інструменту та пристосування 30хв., Час на настройку верстата 3 хв, час на зміну шліфувального круга 6 хв. [8, карта 13, с.534];

$T_{шт}$ – штучний час;

n – кількість деталей настрою вальної партії.

Штучний час за формулою (1.50):

$$T_{шт} = 0,88 + 2,535 + 0,21 + 0,17 = 3,8 \text{ хв.}$$

де T_0 – основний час, 0,88 хв.;

$T_в$ – допоміжний час;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{от}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби.

Допоміжний час за формулою (1.55):

$$T_{в} = (0,7+0,22+0,14+0,63) \cdot 1,5 = 2,535 \text{ хв.}$$

де $T_{у.з.}$ - час на установку і зняття деталі, масою до 5 кг в пристосуванні, 0,7 хв [8, карта 14, с.536];

$T_{з.о.}$ - час на закріплення і відкріплення деталі в пристосуванні, 0,22 хв [9, табл.5.7, с.202];

$T_{уп.}$ - час на прийоми управління (включити і вимкнути верстат кнопкою 0,02 хв., Підвести і відвести інструмент до деталі 0,12 хв), 0,14 хв [9, табл. 5.8, с.202];

$T_{вим.}$ - час на вимірювання деталі калібр-кільцем (2 поверхні), 0,63 хв [9, табл. 5.10, с.206];

Так як нормування робимо для серійного виробництва то допоміжне час, обраний, за таблицями збільшили в 1,5 рази [9, с.101].

Оперативний час по формулі (1.56):

$$T_{оп.} = 0,88 + 2,535 = 3,415 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця за формулою (1.57):

$$T_{об.} = (0,04 + 0,02) \cdot 3,415 = 0,21 \text{ хв.}$$

де $\alpha_{тех.}$ – коефіцієнт для шліфувальних верстатів, 0,04 [9, табл. 5.20, с.212];

$\alpha_{орг}$ – коефіцієнт для шліфувальних верстатів, 0,02 [9, табл. 5.21, с.212];

Час на відпочинок за формулою (1.58):

$$T_{від} = 0,05 \cdot 3,415 = 0,17 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків занести в таблицю 1.13.

Таблиця 1.13 – Технічне нормування

№ операції	Назва операції	T ₀ , хв	T _в , хв				T _{оп} , хв	T _{об} , хв	T _{отд} , хв	T _{шт} , хв	T _{пз} , хв	п, шт	T _{шт.к} , хв
			T _{у.с} , хв	T _{з.о.} , хв	T _{у.п.} , хв	T _{изм} , хв							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
015	Токарна з ЧПК	0,50	0,17	0,42	0,14	0,36	2,13	0,091	0,1	2,32	26	180	2,27
020	Токарна з ЧПК	0,80	0,19	0,5	0,14	0,8	3,25	0,195	0,162	3,61	26		3,75
025	Шліфувальна	4,78	0,65	0,35	0,2	1,05	7,03	0,42	0,35	7,8	39		8,1
030	Фрезерна ЧПК ³	2,52	0,24	0,42	0,14	0,36	4,26	0,183	0,213	4,66	36		4,86
050	Токарна з ЧПК	10,83	0,6	0,3	0,16	1,83	15,16	0,91	0,76	16,83	26		16,97
055	Свердлильна	5,5	0,65	0,45	0,14	0,28	7,78	0,467	0,389	8,64	24		8,78
060	Свердлильна	0,08	1,3	0,42	0,32	0,36	3,68	0,22	0,184	4,1	24		4,24
085	Шліфувальна	0,88	0,7	0,22	0,14	0,63	3,415	0,21	0,17	3,8	39		4,1
090	Шліфувальна	1,7	0,7	0,22	0,14	0,48	4,01	0,24	0,2	4,45	39		4,66

Продовження таблиці 1.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
095	Токарна	4,50	0,6	0,42	0,14	0,36	6,78	0,41	0,34	7,53	28	180	7,68
100	Слюсарна	1,0	0,55	0,6	0,25	0,25	3,71	0,22	0,185	4,11	40		4,33
105	Слюсарна	6,78	0,65	0,35	0,25	0,75	9,78	0,587	0,489	10,85	40		11,1
110	Шліфувальня	7,52	0,24	0,42	0,14	0,36	9,26	0,555	0,463	10,28	39		10,5
115	Шліфувальня	10,9	0,6	0,5	0,14	1,2	14,56	0,9	0,73	16,19	39		16,41

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Робоче пристосування

2.1.1 Опис роботи пристосування для шліфування

Робоча пристосування призначене для шліфування внутрішнього отвора поршня $\varnothing 15 \begin{pmatrix} +0,025 \\ +0,006 \end{pmatrix}$ на внутрішньо-шліфувальному верстаті 3К225А.

Пристосування пневматична, забезпечує швидку установку деталі на столі. Деталь встановлюється в оправлення і центрується по діаметру $\varnothing 15g6 \begin{pmatrix} -0,006 \\ -0,014 \end{pmatrix}$. Механізовані приводи пристосувань - пристрої, що служать для приведення в дію робочих органів пристосування, без додатка фізичної сили оператора. Роль оператора зводиться до спільного управління пристроєм. Механізований привід дозволяє автоматизувати процес обробки деталі. Для механізованого закріплення оброблюваної деталі використовують стиснене повітря. Дане пристосування забезпечує надійне закріплення деталі і тим самим скорочує витрату часу на установку і знімання деталі.

Пристрій складається з конуса 1 з налаштовувальною втулкою 2 і корпусу 3, в якому встановлюється деталь. А так же пневмоциліндра, який складається з корпусу 7, поршня зі штоком 8, кришки 10 і ущільнень 27, 28. Через штуцер 13 стиснене повітря подається у верхню порожнину циліндра, і під дією повітря поршень рухається вниз (робочий хід поршня - 10 мм.) поршень, через шток і стопорне кільце 11, передає рух на кільцо 12, в якому закріплені гайками 22 Платик 13, які в свою чергу притискають деталь до базової поверхні корпусу 3. при подачі повітря в нижню порожнину циліндра, поршень зі штоком рухаються вгору, при цьому дію платик на деталь прекра щается, вивільняється стопорне кільце 11 і відкрутивши гайки 22, повернув Платик, можна витягти деталь з пристосування.

2.1.2 Розрахунок і конструювання пристосування

Перед початком конструювання пневматичного пристосування необхідно визначити діаметр робочої порожнини циліндра.

Для цього, визначимо силу різання при шліфуванні за формулою (2.1) [10].

$$P_z = 10 * \frac{C_o * D_3^n * S_{\text{поп}}^{0,7} * S_{\text{рад}}^{0,7} * k_1 * k_2 * k_3}{V_k} \quad (2.1)$$

де D_3 - діаметр оброблюваної дільниці заготовки (деталі);

$S_{\text{поп}}$ - поперечна подача круга, $S_{\text{поп}} = (0,6 \dots 0,8)$ В;

V – штрина шліфувального круга;

$S_{\text{рад}}$ - радіальна подача круга;

$k_1 * k_2 * k_3$ - коефіцієнти, що враховують твердість круга, ширину круга, оброблюємий матеріал;

V_k - швидкість круга, м/с.

$$P_z = 10 * \frac{322 * 15^{0,3} * 20^{0,7} * 0,05^{0,7} * 1,16 * 1,0 * 1,1}{30} = 308,5 \text{ Н}$$

Схема закріплення деталі в пристосуванні зображена на рисунку 2.1.

Далі необхідно визначити зусилля Q і силу затиску P .

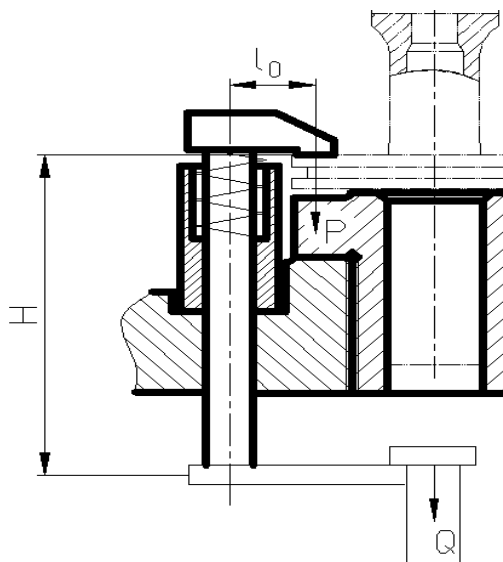


Рисунок 2.1 – Схема закріплення деталі в пристосуванні.

Згідно зі схемою затискного пристрою з силостворюючими ланками визначимо зусилля по формулі (2.2) [10]:

$$Q = P * \frac{1}{1 - \frac{3 * l_0}{H} * f_2} \quad (2.2)$$

де l_0 , H – геометричні параметри пристосування;

f_2 – коефіцієнт тертя направляючої поверхні штока-прихвата;

P – еквівалентна сила, що залежить від сили різання, з урахуванням тертя в місці контакту деталі і пристосування знаходиться по формулі (2.3) [10].

$$P = \frac{P_z}{\text{tg}\varphi} * k \quad (2.3)$$

де P_z – сила різання при шліфуванні;

$\text{tg}\varphi$ – коефіцієнт тертя в місці контакту деталі і пристосування;

k – коефіцієнт запасу знаходимо по формулі (2.4) [10].

$$k = k_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_6 \quad (2.4)$$

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

k_1 - коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні деталі, для чистової обробки, 1,0;

k_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання, в слідстві прогресуючого зносу інструменту, для шліфувальних кругів, 1,0;

k_3 - коефіцієнт, що враховує зміни сил, при переривчастому різанні, для шліфування, 1,0;

k_4 - коефіцієнт, що враховує вид пристосування, для механізованих пристосувань, 1,0;

k_5 - коефіцієнт, що характеризує зручність рукоятки для ручних затискачів, для механізованих пристосувань, 1,0;

k_6 - коефіцієнт, що враховує положення заготовки, $k_6 = 1,5$ для плоских опор.

$$k = 1,5 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,5 = 2,25$$

Знайдемо еквівалентну силу по формулі (2.3) [10]:

$$P = \frac{308,5}{0,16} * 2,25 = 4338,3 \text{ Н}$$

Знайдемо зусилля по формулі (2.2) [10]:

$$Q = 4338,3 * \frac{1}{1 - \frac{3 * 14,6}{65} * 0,85} = 15494 \text{ Н}$$

Виходячи з розрахункового зусилля на штоку і прийнятого тиску повітря в мережі - 6 атм., Вибираємо діаметр робочої порожнини циліндра $D = 200$ мм. [14, табл.5, стор 225].

Діаметр штока визначимо з рівняння (2.5) [10]:

$$d_0 = 0,15 * D \quad (2.5)$$

$$d_0 = 0,15 * 200 = 30 \text{ мм}$$

Решта конструктивних елементів і розміри виконань призначаємо згідно з ГОСТ 16683-71.

Згідно отриманих даних, визначимо зусилля на штоку по формулі (2.6) [10].

Для пневматичного циліндра двосторонньої дії при ущільненні поршня і штока круглими гумовими кільцями:

$$Q_{ш} = \pi * \left[\frac{D_{ц}^2}{4} * p - T_k + (D_{ц} + d_{ш}) \right] \quad (2.6)$$

де $D_{ц}$ – діаметр робочої порожнини циліндру, мм

$d_{ш}$ – діаметр штока, мм

p – тиск повітря в мережі, Мпа

T_k – сила тертя, що залежить від твердості ущільнюючого кільця і його відносного стиснення (визначають за графіком [14, рис.20, стор 235]).

$$Q_{ш} 3,14 * \left[\frac{200^2}{4} * 0,6 - 250 + (200 + 30) \right] = 18777 \text{ Н}$$

Порівнюючи отримане значення зусилля на штоку $Q_{ш}$ розрахунковим зусиллям, що залежать від сили різання, видно що $Q_{ш} > Q$, дана умова забезпечує надійне закріплення деталі.

2.1.3 Розрахунок пристосування на точність

Методика розрахунку пристосування на точність базується на тому, що сума похибок, формула (2.7) [10], що виникають в процесі обробки, не повинна перевищувати величину допуску, встановленого на розмір обробки.

$$Td > \sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_0$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i = \varepsilon_{вст} + \varepsilon_{пр} + \varepsilon_{наст} + \varepsilon_{обр} \quad (2.7)$$

де $\varepsilon_{вст}$ – частина похибки обробки, що залежить від обраної схеми установки заготовки в пристосування, знаходиться за формулою (2.8) [10].

$$\varepsilon_{вст} = \sqrt{\varepsilon_{баз}^2 + \varepsilon_{закр}^2} \quad (2.8)$$

де $\varepsilon_{баз}$ - похибка базування (центрування по втулці), 0;

$\varepsilon_{закр}$ - похибка закріплення заготовки, 0,005 мм.

Таким чином, похибка встановки дорівнює:

$$\varepsilon_{вст} = \sqrt{0 + 0,005^2} = 0,005 \text{ мм}$$

$\varepsilon_{пр}$ - частина похибки обробки, що залежить від точності виготовлення настановних елементів, їх зносу і установки пристосування на металорізальному верстаті, знаходиться по формулы (2.9) [10].

$$\varepsilon_{пр} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad (2.9)$$

де Δ_1 - похибка, обумовлена неточністю виготовлення настановних елементів;

$$\Delta_1 = T_{у.с.} = 0,003 \text{ мм.}$$

Δ_2 - похибка залежить від величини допустимого зносу настановних елементів, 0,001 мм;

Δ_3 - похибка виникає при установці пристосування на металорізальному верстаті знаходять по формулі (2.10) [10].

$$\Delta_3 = S_{\max} * \frac{L_{\text{обр}}}{L_{\text{пр}}}, \quad (2.10)$$

де S_{\max} – максимальний зазор між пазом столу і шпонкою, 0,1 мм;

$L_{\text{пр}}$ – расстояние между шпонками в приспособлении, 400 мм ;

$L_{\text{обр}}$ – длина обрабатываемой поверхности, 15 мм.

$$\Delta_3 = 0,1 * \frac{15}{400} = 0,003 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,003 + 0,001 + 0,003 = 0,007 \text{ мм}.$$

де $\varepsilon_{\text{настр}}$ - частина похибки обробки, що залежить від точності виготовлення настроювальних елементів пристосування і процесу настройки, 0,001 мм.

$\varepsilon_{\text{обр}}$ – частина похибки обробки, що залежить від зносу ріжучого інструменту формула (2.11) [10], геометричній неточності виготовлення верстата, пружних і теплових деформацій системи ВПД.

$$\varepsilon_{\text{обр}} = \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6 + \Delta_7 \quad (2.11)$$

де Δ_4 - величина допуску зносу ріжучого інструменту, 0,001 мм;

Δ_5 - величина похибки залежить від геометричній неточності виготовлення металорізальних верстатів, 0,002 мм;

Δ_6 - величина похибки залежить, від деформацій системи ВПД, 0,001 мм;

Δ_7 - величина похибки залежить, від температурних деформацій системи ВПД, 0,001 мм;

Таким чином, похибка становить:

$$\varepsilon_{\text{обр}} = 0,001 + 0,002 + 0,001 + 0,001 = 0,005 \text{ мм}.$$

Сумарна похибка обробки дорівнює:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i = 0,005 + 0,007 + 0,001 + 0,005 = 0,018 \text{ мм}$$

За умовами розрахунку пристосування на точність, сума похибок, що виникають в процесі обробки, не повинна перевищувати величину допуску, встановленого на розмір.

Виконавчий розмір при шліфуванні $\varnothing 15 \begin{pmatrix} +0,025 \\ +0,006 \end{pmatrix}$.

Величина допуску на розмір обробки складає $T_d = 0,019$ мм., Сума похибок:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i = 0,018 \text{ мм}$$

Дане пристосування дозволяє при обробці внутрішнього отвору витримати заданий розмір з допуском на нього $0,019$ мм.

2.3. Контрольне пристосування

Призначення.

Прилад призначений для контролю торцевого биття щодо бази Г, перпендикулярності, і контролю розміру на деталі «Поршень».

Конструкція приладу.

На приладі є плита поз. 9, яка служить базою для контролю торцевого биття. Бічна поверхня планки поз. 11 служить базою для контролю перпендикулярності. Стійка поз. 10 є еталоном при контролі розміру.

Стійка поз. 3, втулка поз. 1, призма поз. 2 і корпус поз. 4 з важелем поз.7 призначені для контролю торцевого биття. За допомогою штиря (дет. Поз. 5) і стійки поз. 6 здійснюється контроль перпендикулярності.

Контроль всіх умов і розміру здійснюється за допомогою індикатора 1 МІГ.

Методика вимірювання торцевого биття 0,03 щодо Г.

У контрольовану деталь вставити втулку з карбованого кулькою поз.1.

Встановити контрольовану деталь на призму поз. 2 так, щоб кулька стосувався площині поз. 3.

Підвести корпус поз. 4 з важелем поз. 7 і індикаторними годинами до штирів поз. 26.

За допомогою гвинта поз. 20 притиснути корпус до штирів.

Проконтролювати торцеве биття.

Методика вимірювання торцевого биття 0,05 щодо Г.

Встановити корпус поз. 4 на протилежну сторону плити, підвести до штирів поз. 25.

За допомогою гвинта поз. 20 притиснути корпус до штирів.

Проконтролювати торцеве биття.

Методика вимірювання перпендикулярності 0,03 щодо Г.

У вушко контрольованої деталі вставити штир (дет. Поз. 5) з мінімальним зазором.

У контрольовану деталь вставити втулку з карбованого кулькою поз.1.

Встановити контрольовану деталь на призму поз. 2 так, щоб кулька стосувався площині поз. 3.

Підвести індикаторну стійку поз. 6 до штиря (дет. поз.5), налаштувати індикаторні годинник на «0».

Розгорнути контрольовану деталь разом з втулкою поз.1 і штирем (дет. Поз. 5) на 180.

Індикаторні годинник покаже подвоєне значення перпендикулярності.

Методика вимірювання розміру.

У вушко контрольованої деталі вставити штир (дет. поз. 5) з мінімальним зазором.

Встановити контрольовану деталь на призму поз. 2 без втулки поз. 1.

Присунути контрольовану деталь до упору в призму.

Підвести індикаторну стійку поз. 6 до стійки поз. 10, налаштувати індикаторні годинник на «0».

Підвести індикаторну стійку до штиря (дет. поз 5), проконтролювати розмір.

Налаштування пристосування проводиться за зразком, або кінцевими мірами. Встановити еталон на призму налаштувати індикаторні годинник на нуль, різниця показання при вимірі на деталі і буде відхилення від номінального розміру

3. ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ

3.1. Визначення необхідної кількості обладнання на ділянці

Розрахунок кількості верстатів проведемо за формулою (3.1) [23]:

$$S_{pi} = \frac{t_{ш-кi} * N}{F_d * 60} \quad (3.1)$$

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

$N = 5000$ шт - річна програма випуску;

$F_d = 4000$ годин - дійсний річний фонд часу роботи обладнання [10, табл.2.3, с.24].

Коефіцієнт завантаження обладнання розрахуємо за формулою (3.2) [23]:

$$K_{з.о.i} = \frac{S_{p.i}}{S_{n.i}} \quad (3.2)$$

Розрахуємо кількість верстатів і коефіцієнт завантаження обладнання за формулою (3.1) і (3.2).

Операція 015. Верстат токарний з ЧПК, 16К20Ф3Р132.

$$S_p = \frac{2,27 * 5000}{4000 * 60} = 0,14 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{з.о.} = \frac{0,14}{1} = 0,14$$

Операція 020. Верстат токарний з ЧПК, 16К20Ф3Р132.

$$S_p = \frac{3,75 * 5000}{4000 * 60} = 0,23 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{з.о.} = \frac{0,23}{1} = 0,23$$

Операція 025. Верстат круглошліфувальний, 3А164.

$$S_p = \frac{8,1 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,51 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{з.о.} = \frac{0,51}{1} = 0,51$$

Операція 030. Верстат фрезерний з ЧПК, 6Р13Ф3.

$$S_p = \frac{4,86 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,3 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{з.о.} = \frac{0,3}{1} = 0,3$$

Операція 050. Верстат токарний з ЧПК, АТПР-2М12СН.

$$S_p = \frac{16,97 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 1,25 \quad S_n = 2 \text{ шт};$$

$$K_{з.о.} = \frac{1,25}{2} = 0,62$$

Операція 055. Верстат вертикально-свердлильний, 2Н118.

$$S_p = \frac{8,78 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,55 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{з.о.} = \frac{0,55}{1} = 0,55$$

Операція 060. Верстат вертикально-свердлильний, 2Н118.

$$S_p = \frac{4,24 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,26 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,26}{1} = 0,26$$

Операція 085. Верстат круглошліфувальний, 3А151.

$$S_p = \frac{4,1 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,25 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,25}{1} = 0,25$$

Операція 090. Верстат безцентрово-шліфувальний, 3М182А.

$$S_p = \frac{4,66 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,29 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,29}{1} = 0,29$$

Операція 095. Верстат токарний 1А16.

$$S_p = \frac{7,68 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,48 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,48}{1} = 0,48$$

Операція 100. Верстат абразивно-відрізний, 3Б633.

$$S_p = \frac{4,33 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,27 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,27}{1} = 0,27$$

Операція 105. Верстат полірувальна бабка, спец.

$$S_p = \frac{11,1 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,69 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,69}{1} = 0,69$$

Операція 110. Верстат внутрішньошліфувальних, 3К225А.

$$S_p = \frac{10,5 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 0,65 \quad S_n = 1 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{0,65}{1} = 0,65$$

Операція 115. Верстат плоскошліфувальний 371М.

$$S_p = \frac{16,41 \cdot 5000}{4000 \cdot 60} = 1,1 \quad S_n = 2 \text{ шт};$$

$$K_{3.0.} = \frac{1,1}{2} = 0,55$$

Середній коефіцієнт завантаження устаткування за формулою (3.3) [23]:

$$\bar{K}_3 = \frac{\sum S_p}{\sum S_n} \quad (3.3)$$

$$\bar{K}_3 = \frac{7,27}{16} = 0,45$$

Коефіцієнт закріплення операції по формулі (3.4) [23]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{M} \quad (3.4)$$

де O – кількість деталей-операцій, 27;

M – кількість робочих місць, 16.

Таким чином, коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{з.о.} = \frac{27}{16} = 1,7$$

Так як коефіцієнт закріплення операції $K_{з.о.}=1,7$ то остаточно тип виробництва приймаємо серійне.

Таблиця 3.1 - Розрахунок необхідної кількості технологічного встаткування.

Річна програм а випуску N, шт	Номер операції													
	15	20	25	30	50	55	60	85	90	95	100	105	110	115
	Модель верстата													
	1K20Ф3P132	1K20Ф3P132	3A164	6P13Ф3	АТПр-2М12СН	2Н188	2Н188	3А151	3М182А	1А16	3Б633	Полир. бабка	3К225А	371М
	Штучний час, хв													
15000	2,27	3,75	8,1	4,86	16,97	7,87	4,24	4,1	4,66	7,68	4,33	11,1	10,5	16,41
	Результати розрахунків													
S_{pi}	0,14	0,23	0,5	0,3	1,25	0,55	0,26	0,25	0,29	0,48	0,27	0,69	0,65	1,1
S_{ni}	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
K_{zi}	0,14	0,23	0,5	0,3	0,25	0,55	0,26	0,25	0,29	0,48	0,27	0,69	0,65	0,55

Так як коефіцієнт завантаження устаткування не великий, то верстати додатково довантажувати аналогічними деталями, що входять в механізм вимірювача крутного моменту, до середнього коефіцієнта завантаження устаткування 0,81.

Таблиця 3.2 – Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання на ділянці.

№ деталі, j	Річна програма випуску N, шт	Номер операції													
		15	20	25	30	50	55	60	85	90	95	100	105	110	115
		Модель верстата													
		1К20Ф3Р132	1К20Ф3Р132	3А164	6Р13Ф3	АТПр-2М12СН	2Н188	2Н188	3А151	3М182А	1А16	3Б633	Полір. бабка	3К225А	371М
Штучний час, хв															
1	15000	2,27	3,75	8,1	4,86	16,97	7,87	4,24	4,1	4,66	7,68	4,33	11,1	10,5	16,41
2	20000	3,53	2,8	1,5	1,78	5,2	1,24	1,5	1,7	1,25	1,38	1,79	1,23	1,35	4,9
3	25000	2,5	3,1	2,45	3,24	4,8	2,32	2,81	3,4	3,46	2,25	2,65	1,3	1,4	4,43
Результати розрахунків															
S_{pi}		0,87	0,82	0,86	0,83	1,76	0,85	0,62	0,78	0,71	0,72	0,83	0,78	0,78	1,82
$82S_{ni}$		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
K_{si}		0,87	0,82	0,86	0,83	0,88	0,85	0,62	0,78	0,71	0,72	0,83	0,78	0,78	0,91

Середній коефіцієнт завантаження устаткування за формулою (3.3) [23]:

$$\bar{K}_3 = \frac{13,03}{16} = 0,81$$

Перевірка багатOVERстатного обслуговування: для визначення багатOVERстатного обслуговування, необхідно дотримуватися умови – $t_0 > t_b$

Опер.015 $t_0=0,5$ хв. $t_b=1,63$ хв. Опер.020 $t_0=0,8$ хв. $t_b=2,4$ хв – багатOVERстатного обслуговування немає, на кожен верстат по одному оператору;

Опер.050 $t_0=10,83$ хв. $t_b=4,3$ хв – два верстата обслуговує один оператор.

3.2 Опис планування обладнання в цеху

Залежно від масштабу виробництва, розмірів цеху і організації роботи проектується додаткові відділення цеху. До них відносяться:

1. Інструментальна служба цеху, до якої відносяться:

- заточне 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 1000 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 2000 мм, відстань між верстатами приймаємо 1000 мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Дипломним проектом передбачена виконання робіт з отримання деталі «Поршень», який входить в редуктор авіадвигуна АІ-20. Обробка виконується в механічному цеху №50 ВАТ «Мотор-Січ». При роботі обладнання можуть виникнути такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

1. Механічні травми при роботі з обладнанням та устаткуванням внаслідок організаційних причин:

- а) порушення техніки безпеки та правил робіт з обладнанням;
- б) несправний стан обладнання
- в) низька кваліфікація робітника
- г) нерациональне планування робочого місця;

2. Під час роботи на металорізальному обладнанні можливі такі травми фізичного характеру як:

а) отримання травми при вильоті заготовки, в разі недостатнього зусилля затиснення;

б) отримання травми при руйнуванні різального інструменту чи заготовки, в разі неправильно виставлених режимах різання:

3. Також при роботі можливе виникнення небезпек психофізичного характеру, а саме:

а) відсутність місця і часу відпочинку, що призводить до перевтоми працівника;

б) неуважність робітника під час роботи через відволікання

в) Нервово-психічні навантаження в наслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до різних захворювань.

г) дискомфорт та перевтома під час роботи, через неправильну організацію робочого місця чи техпроцесу:

1) вище перелічені пункти, які стосуються, до токарних верстатів;

2) використання шліфувального круга не по призначеним йому вимогам

4. При роботі з обладнанням можливі такі небезпеки санітарно-гігієнічного характеру як:

а) недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць, через неправильне розташування освітлювальних приладів, що призводить до погіршення зору;

б) підвищений рівень шуму в виробничих приміщеннях, що призводить до зниженню уваги, збільшенню помилок, а при незастосуванні заходів захисту - до погіршення слуху;

в) неможливість регулювання температури в приміщенні може призводити до загальних захворювань в різну пору року;

г) підвищена запиленість в зоні дихання робочих при відсутності средств захисту, або при порушенні правил ТБ;

д) кістково-м'язові порушення пов'язані з тривалої статичним навантаженням;

5) підвищена вібрація привести до виброболезни (в результаті тривалого часу);

5. Порушення правил пожежної безпеки може викликати такі небезпеки:

а) загоряння через паління в недозволеному місці;

б) загоряння у зв'язку з несправністю обладнання

4.2. Заходи щодо забезпечення техніки безпеки

Розглядається механічний ділянку цеху №50 ВАТ «Мотор-Січ». На ділянці представлені верстати різних груп: токарні, фрезерні, свердлильні, шліфувальні та інші види верстатів. За технологічним процесом основний обсяг робіт зі зняття припуску виконують токарні верстати, а інші доповнюють цю роботу і сприяють отриманню вже готової деталі, то розглянемо в сукупності

заходи з охорони праці при виконанні робіт на металообробних верстатах, на яких відбувається обробка деталі тіла обертання «Поршень». Також верстати використовуються для обробки типових деталей одного класу.

Загальні вимоги безпеки, що пред'являються до металообробних верстатів та інструменту, визначені НПАОП 0.00-1.71-13., а додаткові вимоги, викликані особливостями їх конструкції і умов експлуатації, вказуються в нормативно-технічній документації на верстати. Згідно з цим документом токарні роботи слід виконувати згідно з проектами проведення робіт, або іншими нормативно-технічними документами.

Персонал, задіяний для виконання токарних робіт, забезпечений санітарно побутовими приміщеннями та якісною питною водою.

Легкодоступні рухливі частини верстатів, які можуть стати причиною нещасного випадку, закриті металевими огорожами. Захисні пристрої повинні бути жорсткими, виконуваними з листової сталі товщиною не менше 0,8 мм, листового алюмінію товщиною не менше 2 мм або міцної пластмаси товщиною не менше 4 мм. При необхідності, захисні пристрої повинні мати оглядові вікна достатніх розмірів, мають у випадках їх застосування на верстатах, що працюють лезовий інструментом, скло товщиною не менше 4 мм безпечно по ГОСТ 30826-2014 «Скло захисне багатошарове» або інший прозорий матеріал, який не поступається за експлуатаційними властивостями вказаною матеріалу.

Огорожі підлягають:

- зубчасті, ланцюгові та черв'ячні передачі;
- шпіндель;
- місце обробки заготовки.

Всі електротехнічні елементи даного верстата мають одинарну робочу ізоляцію, а так само є заземленими без винятку відповідно до ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. «Захисне заземлення. Занулення». Так само всі електротехнічні елементи належать до I класу електротехнічних виробів за способом захисту людини від ураження електричним струмом - тобто мають, принаймні, робочу ізоляцію і елемент для заземлення відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 * (2001)

«ССБТ. Вироби електричні. Загальні вимоги безпеки». Для захисту електротехнічних виробів від короткого замикання використані спеціальні токоограничуючі електричні реактори, які включаються послідовно в схему і працюють як індуктивне додатковий опір, який зменшує ударний струм при короткому замиканні, що збільшує стійкість системи в цілому. Для захисту електродвигунів від міжфазних коротких замикань застосовується струмовий відсічення. Захист від перевантажень не передбачена, тому що вона необхідна тільки для виробів, схильних до перевантаження з технологічних причин, або з особливо важкими умовами пуску, що в даній випадку не спостерігається. При порушенні режиму роботи електродвигунів використовується спеціальний захист мінімальної напруги, яка відключає невідповідальні електродвигуни при зниженні напруги на їх висновках до 60-70% номінального.

На території і в цехах заводу використовуються електрокари і електродвигуни, для їх переміщення на вулиці виконана спеціальна розмітка доріг, обладнані пішохідні переходи. В цехах заводу де стоїть безліч верстатів та іншого обладнання, маршрути руху внутрішньозаводського транспорту відзначені білою фарбою на підлозі, їх розміри передбачені НПАОП 0.00-1.75-15.

Місця Виконання верстатних робіт забезпечені знаками безпеки відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007 «Кольори сигнальні і знаки безпеки».

Червоний сигнальний колір слід застосовувати для:

- позначення пристроїв, що відключають механізмів и машин, в тому числі аварійних;
- загарбного пристроїв промислових робіт;
- рукояток кранів аварійного скидання тиску;
- корпусів масляних вімікачів, Які перебувають в робочому стані під напругою;
- окантовки щітів білого кольору для кріплення пожежного інструменту и вогнегасників. Ширина окантовки винна становитися від 30 до 100 мм.

Жовтий сигнальний колір слід застосовувати для:

- елементів будівельних конструкцій, Які можуть стати причиною Отримання травм працюючий;
- елементів виробничого обладнання, необережному поведінку з Якими ставити небезпеки для працюючих;
- позначення небезпечний при ЕКСПЛУАТАЦІЇ елементів внутрізаводського транспорту, підйомно-транспортного обладнання та будівельно-дорожніх машин;
- позначення ємностей, що містять небезпечні або токсичні речовини;
- рухом монтажних пристроїв або їх елементів і елементів вантажозахоплювальних пристроїв, рухливих частин кантователів, траверс, підйомників, рухливих частин монтажних вішок і сходів.

Зелений сигнальний колір слід застосовувати для світлових табло (напис білого кольору на зеленому фоні), евакуаційних виходів та Декомпресійний камер, сигнальних ламп, що сповіщають про нормальному режимі роботи машин або автоматичних ліній.

Синій сигнальний колір слід застосовувати для розпорядка знаків.

На вході на механічний цех (ділянку), повинні бути відповідні знаки характеризуючі небезпеку виконуємої на ділянці роботи.

Для всіх працівників необхідним є проходження навчання відповідно вимог, що зазначено в 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.

4.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни.

На ділянці оператора і приміщенні цеху забезпечуються оптимальні параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6 - 042 - 99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Для приміщення цеху (категорія робіт II б): температура повітря - С для холодного періоду року і С для теплого періоду року, забезпечується кондиціонерами (перший клас кондиціонування) і блоками теплових електрообігрівачів; вологість повітря - 40 - 60%, забезпечується ультразвуковими зволожувачами; швидкість руху повітря - 0.2м / с. Чистота повітря забезпечується системою вентиляції з природним збудженням і системою фільтрів.

У приміщенні цеху відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» забезпечується 2 види виробничого освітлення: природне і штучне. Природне освітлення цеху забезпечується використанням вікон з обох сторін цеху. Робоча штучне освітлення цеху забезпечується комплексом цехових світильників НСП 21 з лампами типу ДНАТ 250 Вт (натрієві лампи високого тиску), розташованих під стелею цеху в чотири ряди, виходячи з того, що механічний цех має досить велику покривається площа. Така схема розташування світильників і обраний вид ламп забезпечує світловий потік в 25 клк. Аварійне і евакуаційне освітлення забезпечується лампами розжарювання по ГОСТ 2239-79 «Лампы розжарювання загальне призначення», які встановлені в найважливіших точках цеху і евакуаційних шляхах. Для аварійного освітлення забезпечується світловий потік в 2 лк, для евакуаційного - 0,5лк. Охоронне і чергове освітлення забезпечується поруч галогенних ламп по ГОСТ ІЕС 60432-3-2016 «Кварцево-галогенні лампы», які забезпечують світловий потік в 0,5лк.

Захист від шуму виробничого персоналу забезпечується наступним шляхом: для захисту виробничого персоналу використовуються спеціальні звукопоглинальні навушники.

Зона цеху забезпечена всіма необхідними санітарно побутовими приміщеннями, а саме:

- вбиральня закритого типу;
- вмивальні (40% розташовані безпосередньо поруч з робочими місцями);
- туалети;
- кімнати для куріння (розташовуються поруч з туалетами);
- медичний пункт охорони здоров'я.

Розташування цих приміщень відповідає всім нормам ДБН В.2.2-28-2010 «Санітарно - побутові приміщення».

Захист від шуму виконується за всіма приписи нормативного документа ДСТУ ISO 2631-1: 2004 «Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу Загальної вібрації на людину виробничого персоналу» забезпечується наступним шляхом: для захисту внутрішньоцехових приміщень використовується звукоізоляційний матеріал, який вбудований в конструкцію дверей і віконних рам; для захисту виробничого персоналу використовуються спеціальні звукопоглинальні навушники. Рівень шуму за ГОСТ 12.1.003-83.

Для захисту від вібрації, піддони на який працюють робочі обладнані системою демпфірування, яка дозволяє знизити рівень вібрації від роботи навколишнього обладнання до допустимих значень, і виключити можливість виникнення резонансу від коливань металорізального обладнання в слідстві роботи інших механізмів.

Розрахувати загальне рівномірне штучне освітлення виробничих приміщень методом світлового потоку.

Вихідні дані: висота приміщення $H = 7,5$ м, довжина $A = 64$ м, ширина $B = 48$ м, нормована освітленість $E_n = 300$ лк.

В залежності від умов виробничого середовища для освітлення приміщення обираємо газорозрядні лампи високого тиску типу ДРИ. Для лампи обираємо світильники типу . Коефіцієнт світильника $L/h = 1,6$. Коефіцієнт запасу $k_3 = 1,6$. Коефіцієнт нерівномірності освітлення $z = 1,15$. Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення: $\rho_c = 50\%$, $\rho_{cm} = 30\%$, $\rho_n = 10\%$.

Чисельне значення індексу приміщення визначають за формулою (4.1) [24].

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \quad (4.1)$$

де A – довжина приміщення;

B – ширина приміщення;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею.

$$h = H - h_p - h_3$$

де H – висота виробничого приміщення;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, $h_p = 0,8$;

h_3 – висота звисання світильника зі стелі.

Так як h_3 не задана, то розрахунок проводять за формулами (4.2-4.5) [24]:

а) розрахунок кількості рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) \cdot [L/h]} \quad (4.2)$$

$$N_p = \frac{48}{(7,5 - 0,8) \cdot 1,6} = 4,5 \approx 5$$

б) визначити максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p}, \text{ м} \quad (4.3)$$

$$L_{\max} = \frac{48}{5} = 9,6 \text{ м}$$

в) розрахувати висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}, \text{ м} \quad (4.4)$$

$$h = \frac{9,6}{1,6} = 6 \text{ м}$$

г) знайти висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h, \text{ м} \quad (4.5)$$

$$h_3 = 7,5 - 0,8 - 6 = 0,7 \text{ м}$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення з таблиці [15]:

$$\eta = 70\% = 0,7$$

Визначити сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні за формулою (4.6) [24]:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H S k_3 z}{\eta}, \text{ лм} \quad (4.6)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_H – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

k_3 – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{300 * 7824 * 1,6 * 1,15}{0,7} = 6169782 \text{ лм}$$

Визначити максимальну відстань L_{\max} між рядами та сусідніми світильниками у ряду за формулою (4.7) [24]:

$$L_{\max} = [L/h] * h, \text{ м} \quad (4.7)$$

$$L_{\max} = 1,6 * 6 = 9,6 \text{ м}$$

Визначемо кількість рядів світильників у приміщенні по формулі (4.8) [24]:

$$N_p = \frac{B}{L_{\max}} \quad (4.8)$$

$$N_p = \frac{48}{9,6} = 5$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата по формулі (4.9) [24]:

$$N^* = \frac{AB}{L_{\max}^2} \quad (4.9)$$

$$N^* = \frac{64 * 48}{9,6^2} = 33,3$$

Розрахуємо світловий потік умовного джерела світла по формулі (4.10) [24]:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}}, \text{ лм} \quad (4.10)$$

де $N_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт.

$$N_{\text{л}} = N^* * n$$

де n – кількість ламп у світильнику.

$$N_{\text{л}} = 33,3 * 1 = 33,3$$

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{6169782}{33,3} = 185278 \text{ лм}$$

Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи і знаходимо коефіцієнт m за рекомендаціями [24]:

Лампа ДРИ 1000; $\Phi_{\text{л}} = 103000 \text{ лм}$

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}}$$

$$m = \frac{185278}{103000} = 1,45$$

Визначимо оптимальну кількість світильників у приміщенні по формулі (4.11) [24]:

$$N = N^* * m \quad (4.11)$$

$$N = 33,3 * 1,8 = 59,9 \approx 60$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп по формулі (4.12) [24]:

$$E_p = \frac{\Phi_l N_l \eta}{Sk_{z,z}}, \text{ лк} \quad (4.12)$$

$$E_p = \frac{103000 * 60 * 0,7}{7824 * 1,6 * 1,15} = 300,5 \text{ лк}$$

Умова $E_p = (-10\% \dots + 20\%) * E_n$ виконується, отже тип і кількість ламп були обрані вірно.

Загальна потужність освітлювальної установки знаходимо по формулі (4.13) [24]:

$$P_{\Sigma} = N_l * P_l, \text{ Вт} \quad (4.12)$$

$$P_{\Sigma} = 33,3 * 1000 = 33300 \text{ Вт}$$

Ескіз розташування світильників зображено на рисунку 4.1.

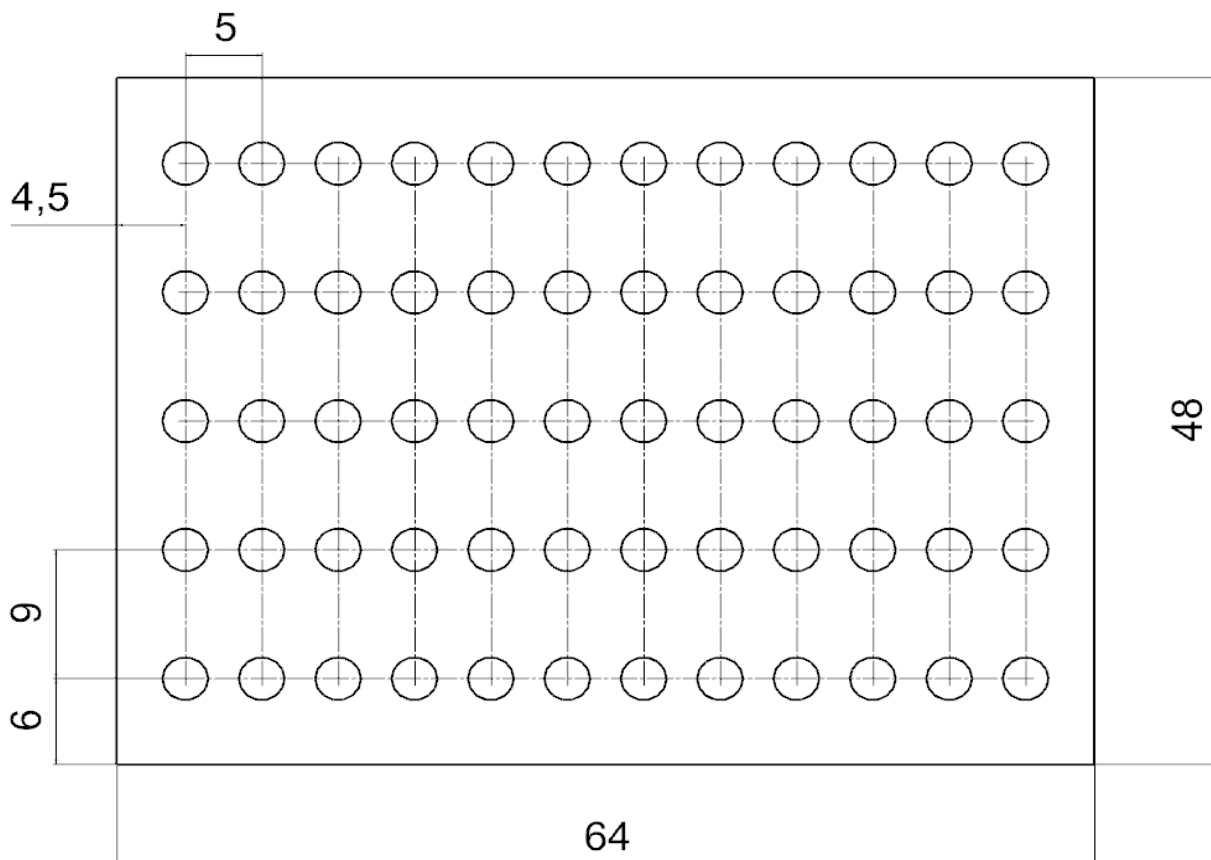


Рисунок 4.1 – Розташування світильників

4.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Проаналізувавши матеріали, які використовуються при виробництві в цеху було встановлене, що проєктований цех відповідає до категорії Г, по вибухопожежної і пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Норми визначення категорій приміщень» і категорією виробництва, з пожежної безпеки визначаємо, що даний цех належить до II ступеня вогнестійкості.

У цеху передбачені шляхи евакуації робітників на випадок пожежі. Евакуаційні переходи спроектовані відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 без

перепадів висот і обладнання, що не зменшує нормоване поперечне перетин переходу. Евакуаційні переходи облаштовані також вогнестійкими рамами, які є перепорою до поширення вогню в переходи. Сходові маршрути спроектовані відповідно до правил: ширина сходового майданчика дорівнює 2.3 метра, які більше допустимого; ухил сходів визначено як 1: 1, що допускається за технічними нормами; ширина сходів дорівнює 0.5 метра, а висота ступені - 0,25 метра. Евакуаційні виходи спроектовані за вимогами правил вищезгаданого ДБН. Цех має 4 евакуаційних виходи, які розташовані по довгих сторонах цеху масивом. Ширина і висота прорізів евакуаційних виходів нормується по НД і визначена, як 2,35 і 1,2 метра відповідно. Двері евакуаційних виходів відкриваються в сторону виходу людей з будівлі. Максимальна віддалення від найвіддаленішого робочого місця до евакуаційного виходу - 25 метрів.

Устаткування пристрої, освітлювальні і силові мережі повністю відповідають вимогам пожежної безпеки. Легкозаймисті частини пристрою (електродвигуни) відповідають вітчизняним стандартам пожежної безпеки. Силові мережі, максимально захищені від можливості загоряння відповідно до вітчизняними стандартами.

Для виявлення пожежної небезпеки в приміщенні цеху використовується спеціальні системи. У цеху під стелею встановлені уловлювачі диму (прикріплені до стелі на рівні колон). При виявленні пожежного диму датчики уловлювачів посилають сигнал на систему сигналізації про пожежу. У цеху встановлено пожежні сигналізації (над еваковиходами) і використані масивні сигналізатори цехового планування зі світловим і звуковим сповіщенням.

З огляду на пожежну небезпеку виробництва передбачена наступна система протипожежних заходів: в проекті будівлі передбачено пожежне водопостачання і також встановлені вогнегасники, ящики з піском і пожежні щити. Протипожежний водопровід з'єднується з господарсько-питним або виробничим водопроводом. Вільний натиск у мережі протипожежного водопроводу низького тиску при пожежогашінні становить не менше 10 м. Норма витрати води на внутрішнє пожежогашіння приймається з розрахунку

двох пожежних струменів продуктивністю не менше 2,5 л / сек кожна. У будівлі встановлено 2 пожежних крана з рукавами і брансбойтами.

По периметру майданчика встановлено 2 пожежних щита. До складу кожного пожежного щита входить:

- багор (1 штука);
- лом (1 штука);
- лопата (1 штука);
- відро пожежне конусне (2 штуки).

Так само поруч з пожежними щитами встановлені ящики з піском, який можна використовувати при гасінні дрібних пожеж. Так як пожежних щитів встановлено 2 штуки, отже, ящиків з піском так само встановлено 2 штуки.

На ділянці цеху прийнято:

- вогнегасник ВП - 4 - 8 шт .;
- ящик з піском 0,5 м - 2шт;
- пожежний щит - 2 шт.

План евакуації

Дотримуючись ГОСТ Р 12.2.143-2009 «Розміри планів евакуації вибирають не менше: 600x400 мм - для поверхових і секційних планів евакуації; 400x300 мм - для локальних планів евакуації »(локальні плани розробляються для окремих приміщень, наприклад для кімнат в гуртожитку, палат в лікарні або номерів готелю). Тобто план евакуації згідно ГОСТ Р 12.2.143-2009 для поверху або його частини повинен мати розмір, як мінімум А2. Розмір плану евакуації вибирається залежно від його призначення, площі приміщення, кількості евакуаційних та аварійних виходів.

4.5. Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Розглянемо інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості об'єктів до впливу світлового опромінення, радіоактивного зараження і вторинних факторів ядерного вибуху.

Впливу світлового випромінювання піддаються всі елементи інженерно-технічного комплексу промислового об'єкта. Тому для захисту промислового об'єкта від впливу світлового випромінювання проводяться певні заходи.

Підвищення протипожежної стійкості. На промислових об'єктах проводяться протипожежні профілактичні заходи як для запобігання пожеж, так і для створення умов, що ускладнюють поширення вогню і полегшують боротьбу з ним в осередку ядерного ураження.

Територію підприємства необхідно регулярно очищати від тимчасових горючих споруд і різних горючих відходів.

Для підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій застосовуються вогнезахисна фарбування і обмазка. Фарбування проводиться фарбою світлих тонів. В якості захисних покриттів використовуються вогнестійкі фарби, а також побілка, що відображає світлове випромінювання, а для відкритих дерев'яних конструкцій застосовуються також вапняна або суперфосфатная обмазка, глина.

Для гасіння пожеж на об'єкті споруджуються водойми, обладнуються під'їзди до них, а на берегах річок, озер і ставків створюються майданчики і пірси для установки пожежних насосів. Якщо неможливо використовувати водойми, то для забезпечення технічних потреб об'єкта і гасіння пожеж бурять артезіанські свердловини.

Протипожежна стійкість технологічного процесу залежить від його характеру і особливостей. Заходи щодо зменшення впливу світлового випромінювання на технологічний процес виробництва і обладнання тісно пов'язані з заходами, проведеними для підвищення протипожежної стійкості об'єкта.

До числа спеціальних заходів щодо захисту технологічного процесу, що проводяться на об'єкті при загрозі нападу і у воєнний час, можна віднести

наступні: захист від світлового випромінювання відкритих технологічних установок, верстатів, ванн для промивання деталей і інших апаратів з горючими рідинами і газами; зменшення в цехах до технологічних обґрунтованого мінімуму мастил, гасу, бензину, фарб та інших горючих речовин, зміна технології, що виключає застосування у виробництві будь-яких вогнебезпечних або вибухонебезпечних речовин; видалення горючих матеріалів від віконних прорізів; застосування автоматичних ліній і засобів гасіння пожеж як найбільш ефективних для боротьби з починаються пожежами від світлового випромінювання; максимальне усунення умов, що створюють вибухові суміші в будівлях; пристрій аварійних заглиблених ємностей для швидкого спуску з обладнання і технологічних систем горючих рідин.

Заходи по виключенню або обмеженню поразки від вторинних чинників тісно пов'язані з заходами, проведеними для підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу до впливу ударної хвилі і світлового випромінювання. Спеціальними є наступні заходи: вивезення наднормативних запасів речовин, що викликають вторинні фактори ураження (паливо і мастильні матеріали, отрутохімікати, вибухонебезпечні речовини), на безпечне расстояние від об'єкта; зміна технологічного процесу, що виключає виникнення вторинних вражаючих факторів; полегшення перекритій і стінового заповнення виробничих будівель; застосування пристроїв, в тому числі автоматичних, для відключення систем, руйнування яких може викликати вторинні вражаючі фактори; винос за межі території об'єкта і заглиблення сховищ для легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин; установка під взривоопасних приміщеннях пристроїв, локалізується дію вибуху (противибухових клапанів, невибіваємих панелей, самовідкриваючимся вікон, фрамуг); централізація виготовлення розчинів СДОР за межами основних цехів; захист ємностей для зберігання СДОР і ТОМ шляхом розташування їх на низьких опорах, заглиблення і обвалування ґрунтом; застосування пристроїв, що унеможливають розлив НХР по території підприємства; поглиблення або надійне закріплення ємностей для зберігання і приготування хімікатів, а також

установка авто-тичних пристроїв, що відключають в системах їх подачі; створення запасів нейтралізують речовин в цехах, де використовуються ядохімікати; впровадження в цехах підприємства автоматичної сигналізації, яка дозволяла б запобігати аваріям, вибухи, загазованість території; будівництво захисних дамб проти затоплення території; підготовка і раціональне розміщення засобів гасіння пожеж у найбільш небезпечних цехів і дільниць.

На підприємствах, виробнича діяльність яких у воєнний час може тривати в умовах радіоактивного, хімічного і бактеріологічного зараження, проводиться герметизація основних виробничих будівель і споруд шляхом влаштування тамбурів, герметизації дверей, віконних прорізів і отворів технологічних магістралей. Прорізи, які не обов'язкові для нормальної експлуатації обладнання, можуть закладатися цеглою. В системі припливно-витяжної вентиляції встановлюються фільтри і герметичні засувки. Готуються пристрої для знезараження води, що надходить на господарські, побутові та виробничі потреби. Створюються запаси дезактивуючих, дегазуючих і дезінфікуючих речовин, готуються технічні засоби для їх застосування.

Передбачені заходи щодо забезпечення безпеки при надзвичайних ситуаціях дозволяють убезпечити персонал і будівлі від впливу світлового опромінення, радіоактивного зараження і вторинних факторів ядерного вибуху.

Передбачені в цеху ВАТ «Мотор-Січ», на якому встановлені дані верстати, заходи з охорони праці, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки забезпечують безпечні та комфортні умови праці персоналу.

4.6 Укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту

Захисні споруди призначені для захисту людей від наслідків аварій (катастроф), стихійних лих, а також від зброї масового ураження та звичайних засобів нападу, а також дії вторинних факторів ураження.

До захисних споруд цивільного захисту належать:

- сховища;
- протирадіаційні укриття;
- швидкостроювані захисні споруди цивільного захисту.

Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття.

Захисні споруди поділяються за:

1) місткістю:

- малої місткості (150 - 600 осіб);
- середньої місткості (600 - 2000 осіб);
- великої місткості (більше 2000 осіб);

2) призначенням:

- для захисту населення;
- для розміщення органів управління (КП, ПУ, ВЗ) і медичних установ;

3) місцерозташуванням:

- вбудовані;
- окремо розташовані;
- метрополітени;
- у гірських виробках;

4) термінами будівництва:

- збудовані завчасно;
- швидкозбудовані.

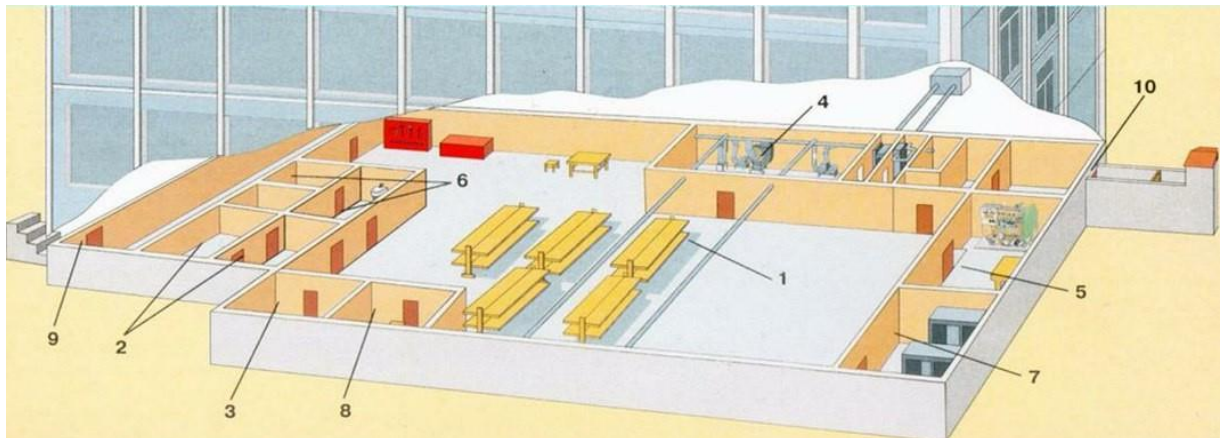
5) захисними властивостями:

- сховища;
- протирадіаційні укриття (ПРУ);
- найпростіші укриття - щілини (відкриті та перекриті).

Сховища цивільного захисту

Сховище цивільного захисту - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів.

Сховища забезпечують надійний захист людей від уражаючих факторів ядерного вибуху (світлове випромінення, проникаюча радіація, ударна хвиля, радіоактивне забруднення), високих температур, шкідливих газів у зонах пожеж, радіоактивних і отруйних речовин, обвалів та уламків зруйнованих будівель і споруд та інше.



1 - приміщення для укриття людей; 2 - пункт управління; 3 - медичний пункт (може не влаштовуватися); 4 - фільтровентиляційна камера; 5 - приміщення дизельної електростанції; 6 - санітарний вузол; 7 - приміщення для ПММ та електрощитова; 8 - приміщення для продовольства (може не влаштовуватися); 9 - вхід з тамбуром; 10 - аварійний вихід з тамбуром.

За кількістю людей, які укриваються, сховища поділяються на:

- малої місткості 150 - 600 осіб;
- середньої місткості 600 - 2000 осіб;
- великої місткості більше 2000 осіб.

Сховища поділяються на класи і класифікуються за двома основними характеристиками:

- ступенем захисту від надлишкового тиску (P кг/см²), який залежить від міцності будівельних конструкцій;

- коефіцієнтом послаблення радіації ($K_{\text{посл}}$)⁵ який показує у скільки разів рівень радіації у сховищі менший, ніж зовні (залежить від товщини шару і властивостей матеріалу, що покриває споруду).

Згідно цих двох характеристик сховища поділяються на 4 класи вказані у таблиці 5.5:

Таблиця 5.5 - Розподілення сховищ на класи

	A-I	A-II	A-III	A-IV
P (кг/см ²)	5	3	2	1
K посл.	5000	3000	2000	1000

Сховища повинні мати основні та допоміжні приміщення.

Основні приміщення:

- приміщення для людей, які укриваються;
- пункти управління;
- кімнати медперсоналу (медпункт або санітарний пост).

Допоміжні приміщення:

- тамбур-шлюзи;
- фільтровентиляційні приміщення;
- санітарні вузли;
- приміщення дизельних електростанцій;
- приміщення для зберігання води, продуктів харчування;
- приміщення для засобів індивідуального захисту.

Протирадіаційні укриття (ПРУ)

Протирадіаційне укриття - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості.

ПРУ, в основному, забезпечують захист людей від радіоактивного зараження, світлового опромінення, а також зменшують дію ударної хвилі і проникаючої радіації. Крім того, вони захищають від крапельно-рідинних отруйних речовин і частково від хімічних та біологічних аерозолів.

ПРУ оцінюються за коефіцієнтом захисту і поділяються на групи вказані в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Групи ПРУ за захисними властивостями

	П-1	П-2	П-3	П-4	П-5	П-6	П-7	Зона АЕС		
								П8	П9	П 10
ДРф	0,2	—	0,2	—	—	—	—	0,2	0,2	—
К з (К осл)	200	200	100	100	50	20	10	1000	500	500

Швидкоспоруджувана захисна споруда цивільного захисту - захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Найпростіші укриття

Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття.

Споруда подвійного призначення - це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення.

Найпростіше укриття - це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.

Найпростіші укриття зменшують радіуси ураження людей ударною хвилею, послаблюють дію радіоактивних випромінювань та ураження світловим випромінюванням.

Будуються у місцях скупчення людей, на маршрутах евакуації та тимчасово в замській зоні, коли кількість наявних сховищ не забезпечує потрібну кількість людей, а оскільки найпростіші укриття лише зменшують радіус ураження людей ударною хвилею і послаблюють дію радіоактивного випромінювання та ураження світловим випромінюванням, але не забезпечують захист від отруйних речовин та бактеріальних засобів.

Найбільш доступними найпростішими укриттями є щілини - відкриті й особливо перекриті.

Якщо, приміром, люди укриваються навіть у простих, відкритих щілинах, то імовірність їхнього ураження ударною хвилею, тепловим та радіаційним випромінюванням зменшиться в 1,5-2 рази порівняно з розташуванням на відкритій місцевості; можливість опромінення людей у результаті радіоактивного зараження місцевості зменшиться в 2-3 рази, а після дезактивації заражених щілин - у 20 разів і більше. Якщо ж щілини перекрити, то захист від теплового випромінювання буде повним, від ударної хвилі збільшиться в 2,5-3 рази, а радіоактивного випромінювання при товщині ґрунтового обсіпання поверх перекриття 60-70 см - у 200-300 разів. Перекриття щілини буде охороняти, крім того, від безпосереднього попадання на одяг і шкіру людей радіоактивних, отруйних речовин і бактеріальних засобів, а також від ураження уламками будинків, що руйнуються. Треба, однак, пам'ятати, що щілини, навіть перекриті, не забезпечують захисту від отруйних речовин і бактеріальних засобів. При користування ними у випадках хімічного й

бактеріологічного зараження варто застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання та шкіри.

Довжина щілини визначається кількістю людей, що укриваються в ній. При розташуванні людей, що укриваються сидячи, довжина щілини визначається з розрахунку 0,5-0,6 м на одну людину. У ряді випадків у щілинах можуть передбачатися місця для лежання з розрахунку 1,5-1,8 м на людину. У щілині на 10 чоловік, наприклад, можна рекомендувати 7 місць для сидіння і 3 місця для лежання. Така щілина буде мати довжину 8-10 м. Нормальна місткість щілини - від 10 до 15 чоловік, найбільша - до 50 чоловік.

Нормальна місткість щілини – 10-15 чол. Довжина – 15 метрів. Глибина 1,8-2 метра. Ширина: зверху – 1,1-1,3 м, на дні - 0,8 м.

З метою ослаблення вражаючого впливу ударної хвилі на перекриту щілину роблять зигзагоподібною чи ламаною, довжина прямої ділянки повинна бути не більше 15 м.

Місце будівництва щілини потрібно вибирати переважно на ділянках без твердих ґрунтів і покриттів. У містах найкраще будувати щілини в скверах, на бульварах і у великих дворах, у сільській місцевості - у садах, на городах, пустирях, а також на інших вільних сухих і добре провітрюваних ділянках. Не можна будувати щілини поблизу вибухонебезпечних цехів і складів, резервуарів із сильнодіючими отруйними речовинами, біля електричних ліній високої напруги, магістральних газо - і теплопроводів та водопроводів. При виборі місця для щілини потрібно враховувати, крім того, вплив рельєфу й опадів на характер можливого радіоактивного зараження місцевості; майданчик для неї варто вибирати на незатоплюваному ґрунтовими, паводковими і зливовими водами ділянці, у місці зі стійким ґрунтом (виключаючи зсуви).

Відстань між сусідніми щілинами повинна бути не меншою за 10 м. Будівництво щілини варто починати з розбивки і трасування її - позначення плану щілини на обраному місці. На границях майданчика й у місцях зломів її забивають коли; між колами натягають трасирувальні шнури, вздовж яких лопатами відриваються канавки. Планування щілини повинне бути зроблене з

таким розрахунком, щоб поверхневі води вільно стікали в сторони, не потрапляючи в щілину. Якщо щілину розташовують на схилі, то вище неї варто відривати канаву для відводу вод.

Потім із майданчика знімають дерен, якщо він є. Дерен складають осторонь від щілини, щоб пізніше використовувати його для закріплення брустверів чи обсіпання перекриття щілини.

Копання щілини необхідно починати не по всій її ширині, а трохи відступивши всередину від ліній трасування (приблизно на 20 см). По мірі заглиблення в землю поступово розширюють щілину до потрібних розмірів, поверху до трасувальних ліній. Одночасно ведеться обробка (вирівнювання) стін щілини. У твердих ґрунтах стіни роблять крутішими, у слабких - пологими.

При копанні щілини ґрунт викидають в обидві її сторони, на відстань не ближче 50 см від крайок щілини. Це дасть можливість у наступному укласти елементи перекриття щілини на твердий, стійкий ґрунт.

В одній зі стін щілини на глибині 130-140 див роблять сидіння шириною приблизно 35 см. Сидіння бажано обшити дошками (тесом). По дну щілини відривають водовідвідну канавку з ухилом у бік входу до щілини, а перед входом - прямо для збору води (водозбірний колодязь). У стінах щілини відриваються ніші (поглиблення) для збереження запасів продуктів харчування і води.

У хитких (слабких, сипучих) ґрунтах стіни щілини варто обладнати "одягом крутості". Для цього можна використовувати дошки, тес, жердини, хмиз (у виді фашин) та інші наявні на місці матеріали. З метою закріплення матеріалу, використуваного для "одягу крутостей", встановлюють стійки і розпірки між ними; відстань між стійками 2-2,5 м. У стійких ґрунтах закріплювати щілини не обов'язково.

Підлогу в щілині бажано робити дощатою, однак можна обмежитися і земляною.

У щілині на 10-20 чоловік, як правило, влаштовують один вхід; у щілині більшої місткості необхідно влаштовувати два входи, по обидва боки її. Входи

варто розташовувати з боку, протилежної центру чи міста іншого об'єкта, по якому можливий удар супротивника із застосуванням ядерної зброї. Входи в щілину доцільно робити довжиною 2-2,5 м східчастими (5-6 сходинок розмірами приблизно 30-40 см кожна), під прямим кутом до прилягаючої ділянки щілини.

Пристосування приміщень під захисні споруди. Під укриття можуть також пристосовуватися різні приміщення та споруди.

У сучасних містах є багато підземних споруд різного призначення, які можна використати як сховище після деякого дообладнання. До них відносяться метрополітени, транспортні і пішохідні тунелі, заглиблені частини будівель.

Під протирадіаційні укриття пристосовуються підпілля і підвали житлових будинків та будівель різного призначення, овочесховища, приміщення будинків, природні печери, гірські виробки.

При пристосуванні споруд різного характеру під укриття проводиться три види робіт:

- посилення захисних властивостей споруди.

Цього можна досягнути розміщенням на перекриттях додаткового шару ґрунту, або обкладання стін мішками із землею;

- герметизація приміщень для зменшення попадання туди радіоактивного пилу.

Для цього проконопачують і замазують глиною тріщини, герметизують двері, вікна за допомогою гуми, поліетиленової плівки тощо;

- улаштування найпростішої вентиляції.

Як правило, у зв'язку з відсутністю промислових вентиляторів, у спорудах обладнують природну (самотічну) вентиляцію. При цьому витяжний короб повинен бути встановлений на 1,5—2 м вище за припливний.

Укриттю підлягають:

- у сховищах:

а) працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до відповідних категорій цивільного захисту та розташованих у зонах можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність в особливий період;

б) персонал атомних електростанцій, інших ядерних установок і працівники суб'єктів господарювання, які забезпечують функціонування таких станцій (установок);

в) працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до категорії особливої важливості цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, а також працівники чергового персоналу суб'єктів господарювання, які забезпечують життєдіяльність міст, віднесених до відповідних груп цивільного захисту;

г) хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, які не підлягають евакуації або не можуть бути евакуйовані у безпечне місце;

- у протирадіаційних укриттях:

а) працівники суб'єктів господарювання, віднесених до першої та другої категорій цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

б) працівники суб'єктів господарювання, розташованих у зонах можливих руйнувань, небезпечного і значного радіоактивного забруднення навколо атомних електростанцій;

в) населення міст, не віднесених до груп цивільного захисту, та інших населених пунктів, а також населення, евакуйоване з міст, віднесених до груп цивільного захисту і зон можливих значних руйнувань;

г) хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, розташованих за межами зон можливих значних руйнувань міст, віднесених до груп цивільного захисту, і суб'єктів господарювання, віднесених

до категорій цивільного захисту, а також закладів охорони здоров'я, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

у швидкостпурджуваних захисних спорудах цивільного захисту, найпростіших укриттях та спорудах подвійного призначення - населення міст, віднесених до груп цивільного захисту, яке не підлягає евакуації у безпечне місце, а також інших населених пунктів.

Захисні споруди повинні приводитись у готовність до прийому осіб, що укриваються, у терміни, які не перевищують 12 годин, а захисні споруди атомних станцій (далі — АЕС) і у 30-кілометровій зоні від АЕС, а також захисні споруди на хімічно небезпечних та пожежовибухонебезпечних об'єктах повинні утримуватись у постійній готовності до прийому осіб, що укриваються.

Заповнення захисних споруд проводиться за відповідними сигналами цивільної оборони. Для швидкого заповнення захисної споруди особи, що укриваються, повинні заздалегідь вивчити маршрути руху.

Напрямок руху до захисних споруд від місць масового перебування людей слід вказувати покажчиками маршруту руху, вивішеними чи намальованими на видимих місцях.

У нічний час написи, покажчики і входи повинні бути освітлені або дубльовані світловими покажчиками.

Особи, що укриваються, повинні перебувати у захисну споруду із засобами індивідуального захисту та дводобовим запасом продуктів у поліетиленовій упаковці (якщо вони не закладені у захисній споруді) та мати при собі найбільш необхідні речі.

Забороняється приносити у захисну споруду легкозаймисті речовини або речовини, що мають сильний запах, а також громіздкі речі, приводити тварин.

Заповнювати захисні споруди необхідно організовано, без паніки. Розміщує людей у відсіках особовий склад формувань з обслуговування захисних споруд. Осіб, що прибули з дітьми, розміщують в окремому відсіку чи

у місці, спеціально відведеному для них. Дітей, людей похилого віку і людей з поганим самопочуттям розміщують у медичній кімнаті або біля огорожувальних конструкцій і ближче до повітроводів. Розміщення здійснюється, як правило, за виробничим або територіальним принципами (цех, бригада, будинок),

місця розміщення таких груп позначають табличками відповідного змісту.

Особи, що укриваються, під час перебування у захисній споруді повинні виконувати усі вказівки командира і особового складу формування, що стосуються перебування у споруді, надавати їм необхідну допомогу.

Закриття захисно-герметичних та герметичних дверей сховищ і зовнішніх дверей ПРУ виконується за командою начальника об'єкта або, не чекаючи його команди, після заповнення усієї місткості захисної споруди, командиром формування з її обслуговування.

За наявності тамбур-шлюзів заповнення може продовжуватись методом шлюзування і після їх закриття.

При шлюзуванні закриваються внутрішні двері тамбур-шлюза, відкриваються зовнішні двері і тамбур-шлюз заповнюється. Контролер біля зовнішніх дверей закриває їх і подає сигнал контролеру внутрішніх дверей на їх відкриття. Особи, що укриваються, заповнюють сховище, після чого внутрішні двері закриваються. Цикл шлюзування повторюється.

Робота двокамерного шлюзу організовується так, щоб за час пропускання людей з першої камери у сховище друга камера заповнювалася.

Вихід і вхід у сховище для проведення розвідки здійснюється через вхід з вентиляльованим тамбуром. При поверненні із зони забруднення у вентиляльованих тамбурах проводиться часткова дезактивація одягу, взуття, протигазів, верхній одяг залишається у тамбурі.

Під час перебування людей у захисній споруді контролюються такі параметри повітряного середовища: температура, вологість, вміст у повітрі двоокису вуглецю, окису вуглецю і кисню.

Для оцінки стану здоров'я осіб, що укриваються, при різни рівнях факторів перебування у захисній споруді необхідно керуватись таким:

температура повітря від 0 град. С до 30 град. С, концентрація двоокису вуглецю до 3%, кисню - до 17%, окису вуглецю – до 30 мг/куб.м є допустимими і не потребують проведення додаткових заходів;

температура повітря у діапазоні 31 - 33 град. С, концентрація двоокису вуглецю - 4%, кисню - 16%, окису вуглецю - 50-70 мг/куб.м потребують обмеження фізичних навантажень і посилення медичного спостереження за станом здоров'я.

Параметри основних факторів повітряного середовища шкідливі для подальшого перебування осіб, що укриваються, у захисній споруді:

температура повітря - 34 град. С і вище; концентрація двоокису вуглецю - 5% і вище; вміст кисню в повітрі - 14% і нижче;

вміст окису вуглецю - 100 мг/куб.м і вище.

При досягненні такого рівня одного або декількох факторів необхідно вжити усіх можливих заходів для відповідної зміни параметрів повітряного середовища або вирішити питання про виведення осіб, що укриваються, із захисної споруди.

Прибирання приміщень захисної споруди проводиться двічі на добу. Особлива увага приділяється обробці санітарних вузлів 0,5% розчином дві треті основної солі гіпохлориту кальцію (далі - ДТС-ГК). Після відвідання санвузлів руки дезінфікуються 0,3% розчином хлораміну. Взуття після виходу з санвузлів дезінфікують шляхом обтирання його об мати, просочені 0,5% розчином хлораміну. У мішки, заповнені сміттям та відходами, слід додати один із хімічних консервантів із розрахунку на один кілограм відходів: параформану - 8 г, сірчано-кислої міді - 55 г, бромистої міді - 28 г, паронітрофенолу - 13 г.

У захисній споруді забороняється палити, шуміти, запалювати без дозволу гасові лампи, свічки, не слід ходити по приміщеннях без особливої необхідності, необхідно дотримуватись дисципліни, якнайменше рухатися.

Слід організувати позмінний відпочинок людей на місцях, обладнаних для лежання. Для повноцінного відпочинку можна тримати у захисній споруді або брати з собою легкі підстилки і невеликі подушки з поролону, губчатої гуми або іншого синтетичного матеріалу.

Оповіщення осіб, що укриваються, про обстановку поза захисною спорудою і про сигнали та команди здійснюється командиром групи (ланки) з обслуговування захисної споруди або безпосередньо по радіотрансляційній мережі. Вихід із захисної споруди здійснюється за командою "Відбій" (після уточнення обстановки у районі захисної споруди, а також у випадках вимушеної евакуації у порядку, який устанавлюється командиром групи/ланки/ з обслуговування захисної споруди). Вимушена евакуація із захисної споруди проводиться:

- при пошкодженнях захисної споруди, що виключають подальше перебування у ній осіб, що укриваються;
- при затопленні захисної споруди;
- при пожежі у захисній споруді і утворенні у ній небезпечних концентрацій шкідливих газів;
- при досягненні граничнодопустимих параметрів повітряного середовища.

Евакуація із заваленої захисної споруди.

Для евакуації осіб, що укриваються, при заваленні основних та аварійних виходів спочатку потрібно в'яснити можливість евакуації через оголовок аварійного виходу.

У захисних спорудах, розміщених у гірничих виробках, для евакуації використовують один із стволів, що обладнаний драбинами для виходу людей. Відкриття завалених захисно-герметичних дверей малоймовірно, тому необхідно спробувати зняти їх важелем або гвинтовим домкратом. Отвір у полотні дверей можна улаштувати за допомогою зубила або ножівки. У разі необхідності пробиття отворів в огорожувальних конструкціях необхідно визначити за планом споруди оптимальне місце улаштування отвору як щодо

мінімального обсягу робіт, так і зручності евакуації. При відсутності аварійних виходів необхідно завчасно зовні стіни вирити траншею та засипати її піском, місце евакуації зсередини окреслити прямокутником. Захисні споруди відкривають із зовні у випадку утворення суцільних завалів і неможливості осіб, що укриваються, самотійно евакуюватися, для чого задіють спеціалізовані рятувальні формування.

5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Промислові підприємства є одним з найбільш важливих секторів в економіці. Продукція металообробного виробництва використовується в багатьох галузях вітчизняної економіки, включаючи машинобудування, автомобілебудування, космічну промисловість та інші. Для виготовлення багатьох видів виробів потрібно комплексна обробка заготовок, яку забезпечують багатофункціональні верстати. До таких верстатів відносяться багатоцільові верстати. За допомогою них можна проводити токарні, фрезерні, свердлильні операції на різних виробках складної форми.

Багатоцільовий верстат являє собою сучасну складну конструкцію, що дозволяє реалізовувати високошвидкісну різання і відрізняється точністю і надійністю виконання робіт. Обробні центри дозволяють за один період виконати розточування, свердління, нарізування різьблення, зовнішнє точіння різних поверхонь, фрезерування. Можливість виконання декількох типів обробки однієї деталі за одну операцію забезпечує найвищу якість продукції і мінімум похибок.

Багатоцільовий верстат особливо актуальний для таких галузей як авіакосмічна галузь і автомобілебудування. Для виконання складних операцій і великого обсягу робіт найчастіше використовуються токарні центри з числовим програмним забезпеченням. Система управління в даному виді верстатів програмується для автоматичної зміни інструменту, пуску, переміщення супорта, зупинки приводу головного руху, регулювання швидкостей шпинделя. Багатоцільові верстати характеризуються високим ступенем надійності, продуктивності і точності.

Особливою різновидом токарного обладнання є багатоцільовий верстат. Він поєднує в собі можливості токарних і фрезерних верстатів і відрізняється високим ступенем функціональності. Використання такого верстата на виробництві забезпечить високу продуктивність і результативність роботи

підприємства в цілому. Найбільш актуальні токарні центри для великих підприємств. У них вони не просто економічно виправдані, але і необхідні для сприятливого роботи підприємства.

Новий модельний ряд багатоцільових верстатів, що дозволяє здійснювати 5-ти координатну обробку, включаючи токарні, фрезерні, свердлильно-розточувальні операції, а також зубообробки складних деталей за один установ на одному верстаті.

Експлуатація пропонованого обладнання забезпечує істотне зниження собівартості і часу виготовлення деталей в серійному і дрібносерійному виробництві.

Переваги багатоцільових верстатів полягає в значному скороченні витрат на пристосування за рахунок концентрації операцій. Завдяки постійності базування виробу в патроні, досягається висока точність взаємного розташування оброблюваних поверхонь. Максимальний ефект від експлуатації нових моделей обробних центрів досягається на верстатах, оснащених другим шпиндельним вузлом (контршпинделем). У цьому випадку забезпечується повний цикл обробки деталі на одному верстаті.

У конструкції верстатів застосовані передові досягнення світового верстатобудування:

- лінійні направляючі кочення
- мотор-шпинделі
- лінійні приводу переміщення
- зубчатоременні передачі приводів подач і головного приводу
- термосімметричні конструкції базових корпусних деталей

Конструкції корпусів станини, каретки оптимізовані на основі розрахунку методом кінцевих елементів. Для підвищення точності обробки зубчасті колеса головного приводу винесені за межі шпиндельного вузла. Верстати нової гами оснащуються пристроями вимірювання виробу та контролю положення інструменту.

Конструкція верстатів побудована за модульним принципом, що дозволяє споживачеві вибрати найбільш підходящу для власного виробництва схему верстата. Модельний ряд нової гами обладнання включає в себе патронні, центрові, пруткові і двошпindelні верстати, з одним або двома супортами, з трикулачні люнетом, з цанговими або кулачковими патронами.

За інструментальному оснащенню пропонуються багатоцільові верстати з інструментальним шпинделем і магазином інструментів, а також центри та Станки з дисковими револьверними головками з приводом або без приводу обертання інструменту. В якості приводу головного руху застосований двигун з мотор-редуктором і ремінною передачею.

Створення таких багатоцільових верстатів повністю відповідає тенденціям розвитку світового верстатобудування.

Багатоцільова обробка визначається здатністю виконувати різні операції механічної обробки на одному верстаті за один установ деталі.

На сьогоднішній день багатоцільові верстати, які поєднують можливості токарних верстатів з ЧПУ і оброблювальних центрів, є найбільш інтенсивно розвивається областю верстатобудування. Здатність п'ятикоординатне обробки і наявність інструментального магазину дозволяє виконувати широкий діапазон операцій: від металорізальних до шліфування, зубофрезерування і термічної обробки.

Характерною рисою багатоцільового верстата є інструментальний шпиндель, здатний з рівним успіхом виконувати як токарні, так і фрезерні операції. При цьому траєкторія руху інструмента може бути досить складною. У поєднанні з сучасними методами програмування багатоцільові верстати виконують завдання, раніше виконувані на унікальних верстатах, або вимагають кілька одиниць обладнання. Можливості обробки:

- точіння;
- фрезерування;
- свердління;
- глибоке свердління;

- глибоке розточування;
- фрезерування поверхонь обертання;
- плунжерні фрезерування;
- гвинтова інтерполяція;

Це означає, що величезна номенклатура деталей може бути повністю оброблена на одному верстаті. Типовими деталями верстатів подібного роду є кулачкові та колінчасті вали, корпусні деталі та різні лопатки. Багатоцільові верстати призначені для різних типів виробництва, починаючи від великосерійного і закінчуючи одиничним виробництвом.

Виробники багатоцільових верстатів постійно працюють над їх вдосконаленням, враховуючи швидко зростаючі потреби ринку металообробки. На додаток до інструментального шпинделя верстати оснащують револьверної головкою, задньою бабкою і контршпинделем для збільшення продуктивності і можливостей верстата. Перевагою застосування багатоцільових верстатів є мінімальний час обробки і високу якість виробу при мінімумі виробничих витрат. Програмування подібних верстатів не просте завдання для програмістів і операторів. У той же час різноманіття варіантів обробки вимагає від користувача верстата підвищеної уваги для недопущення конфліктів в робочій зоні. Особливу увагу варто приділити економічності доцільності обробки деталей на цих верстатах. Вміле використання всіх можливостей устаткування дозволить окупити його максимально швидко.

5.1 Оснащення для багатоцільових верстатів

Вимоги до інструменту для багатоцільовий обробки:

- високий ступінь гнучкості, що забезпечує велику область застосування;
- багатопозиційний інструмент (одна державка з декількома інструментами)

- полегшена конструкція інструменту (скорочує потужність різання і мінімізує вібрації)

- спеціалізований інструмент для виконання конкретної операції

Продуктивність на багатоцільових верстатах досягається за рахунок оптимальної траєкторії руху і орієнтації інструмента відносно заготовки. Мінімізація числа інструментів досягається шляхом застосування одного інструменту для обробки декількох різних поверхонь. Найчастіше можна уникнути застосування спеціального інструменту з великим вильотом за рахунок правильної орієнтації стандартного з невеликим вильотом.

Вигідність такого підходу спричинить підвищення стабільності обробки в автоматичному режимі і значно підвищить точність деталі. З метою скорочення номенклатури ріжучого інструменту застосовуються багатофункціональні токарно-фрезерні різці.

5.2 Токарний інструмент

Багатоцільові верстати накладають на токарний інструмент певні вимоги за формою і розміром державки для повної реалізації можливостей верстата. Масивний інструментальний шпиндель не повинен конфліктувати з затискним патроном, задньою бабкою і деталлю. Компенсувати нестачу робочої зони в цьому випадку повинен інструмент. Деякі токарні державки розроблені для точіння при оптимальному розташуванні осі інструментального шпинделя (під 45 градусів) і осі деталі. Збалансована довжина державки, форма і розташування пластини дозволяють домогтися ідеального кута в плані при різанні.

Багатопозиційні адаптери з чотирма ріжучими головками, скомпонованими на одній державке, призначені для підвищення ефективності багатоцільовий обробки. Точіння, розточування, профільна обробка, обробка

канавок і Різьбонарізання можуть виконуватися одним багатопозиційним адаптером з мінімальним часом на зміну інструменту. Багатофункціональний токарно-фрезерний різець зображено на рисунку 5.1.

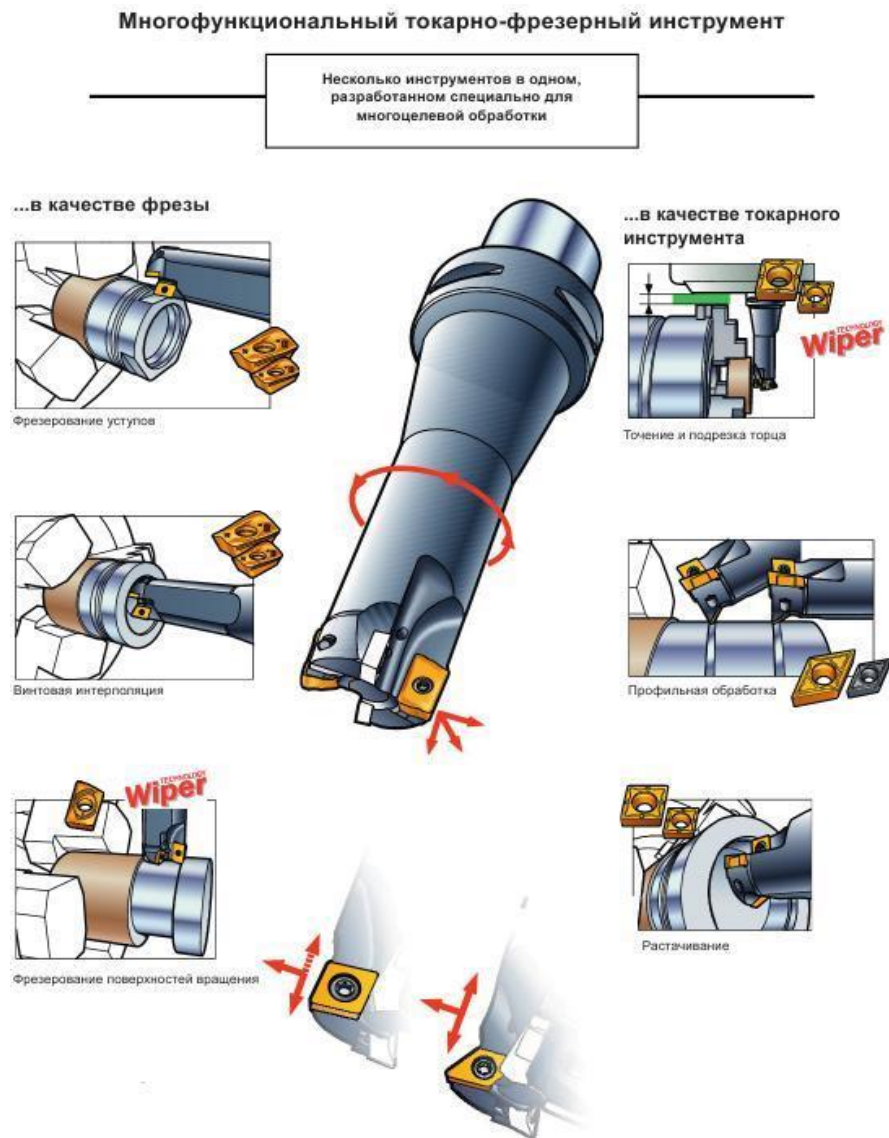


Рисунок 5.1 – Токарні інструменти оптимізовані для багатоцільової обробки.

Приклади обробки на багатоцільових верстатах зображено на рисунку 5.2.

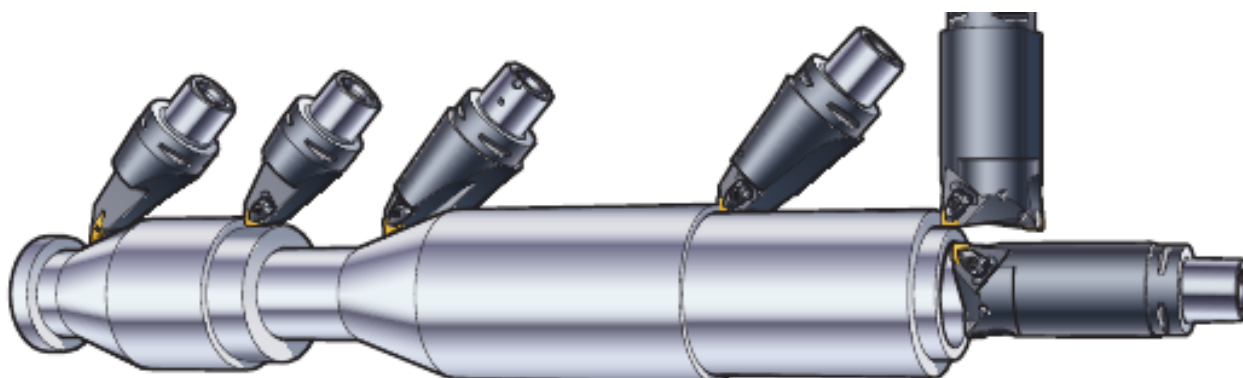
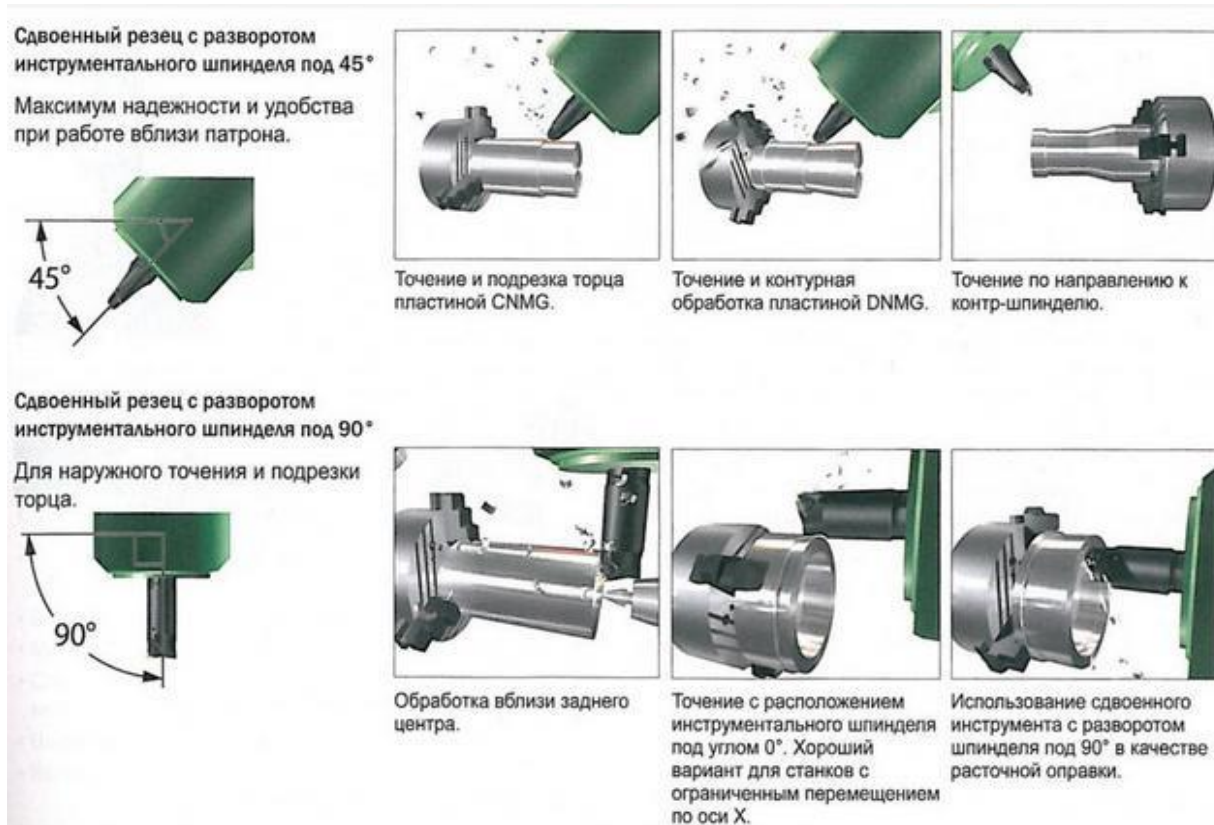


Рисунок 5.2 – Пример токарной обработки на многоцелевых станках

Вимоги, що пред'являються до токарного інструменту:

- один інструмент має можливість замінити кілька стандартних при різних підходах і траєкторіях.
- інструмент не повинен конфліктувати з кріпильними елементами заготовки.

- інструмент повинен забезпечувати обробку, як у головного, так і у контр-шпинделя.

- інструмент повинен виконувати чотирьохосеву обробку з одночасною роботою револьверної головки.

- багатопозиційні інструменти значно знижують час на зміну інструменту.

- В-осьове точіння в поєднанні з переміщеннями по осях X і Z найкращим чином підходить для профільної обробки.

- розточувальні оправки зі змінними головками найкращим чином підходять для розточування.

Антивібраційні оправлення застосовуються для розточування глибоких отворів.

5.3 Схема кріплення пластин з твердого сплаву

Конструкція являє собою горизонтальні і перпендикулярні образні напрямні, за допомогою яких пластина дуже надійно і точно закріплюється в гнізді (рис.6.4). Такий тип закріплення пластини забезпечує відсутність її зміщення під час обробки, навіть при значних і різноспрямованих зусиллях різання. Це дає такий результат, як:

- підвищена надійність.
- точність розмірів, гарна якість поверхні деталі завдяки міцному закріпленню пластини в державці.
- збільшення часу різання за рахунок скорочення часу на зміну і настройку на розмір.
- підвищення продуктивності жорсткішого закріпленню пластини.
- зниження собівартості виготовлення деталі за рахунок більш швидкого встановлення і скорочення часу настройки.

Нова конструкція державки забезпечує точне позиціонування і міцне кріплення пластини в посадковому гнізді.

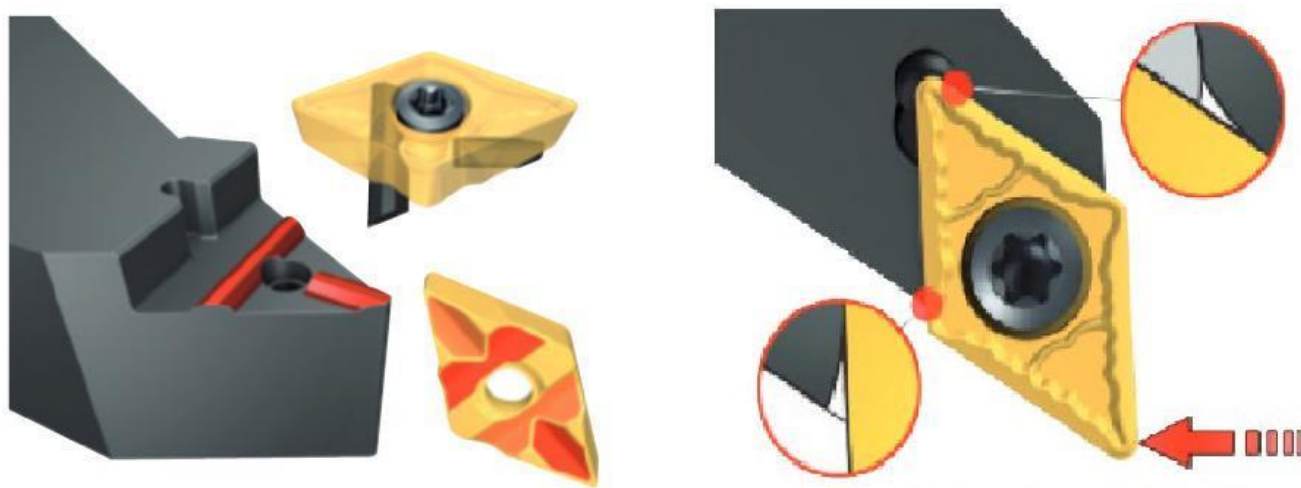


Рисунок 5.3 – Схема кріплення пластинки

Вимоги до закріплення інструменту

Основні вимоги щодо закріплення інструменту в багатоцільових верстатах:

- висока жорсткість
- висока точність
- надійна і ефективна автоматична зміна
- гнучкість інструментального магазину
- широкий асортимент стандартного інструменту
- можливість використання спеціального інструменту

Модульна швидкозмінна інструментальна система є єдиним рішенням, найбільш повно відповідає всім цим вимогам. Інструментальна система для багатоцільового верстата повинна бути однаково придатна для обертового і для стаціонарного інструменту. Вона повинна передавати достатній крутний момент, забезпечувати роботу з високими частотами обертання, мати високу згинальну жорсткість і забезпечувати точність і повторюваність позиціонування ріжучої кромки.

Модульна швидкозмінна інструментальна система являє собою широку гаму токарних, фрезерних і свердлильних інструментів з уніфікованим трикулачній хвостовиком. Цією системою успішно оснащуються всі основні типи багатоцільових верстатів.

Надійне закріплення інструменту є істотним чинником, що забезпечує сталість якості обробки, її надійність, а також прогнозованість стійкості ріжучої кромки. Гідромеханічний зажим є надійним і ефективним способом закріплення інструменту, що забезпечує високу силу затиску і мінімальне биття. Патрони забезпечують високу точність і ефективність затиску, особливо для цільного твердосплавного інструменту.

5.4 При багатоцільовій обробці слід враховувати

- розмір верстата і його тип, заготівля часто може займати більше місця, ніж це передбачалося раніше, а також може виникнути необхідність забезпечити доступ інструменту до важкодоступних поверхонь деталі, що потребують додаткової вільної зони обробки. Зверніть також увагу на потужність і швидкість шпинделя верстата.

- визначтеся з необхідним асортиментом інструменту для багатоцільовий обробки. Правильний вибір інструменту дозволить вам розкрити всі потенційні можливості верстата. Спочатку вибирайте найбільш універсальний інструмент, оптимізація обробки повинна бути постійним процесом.

- забезпечте хороший контроль з самого початку. Добре зарекомендувала себе практика - тестові деталі.

- розглядайте всі можливі методи обробки - багатоцільова обробка володіє широкими можливостями.

- беріть до уваги, що багатоцільова обробка охоплює широкий спектр операцій, це зажадає від операторів таких верстатів додаткових навичок і навчання.

- багатоцільовий верстат тільки в тому випадку ефективний, коли на ньому встановлені кращі інструменти, коли він оснащений оптимальної інструментальної системою і на ньому реалізовані найсучасніші методи обробки, забезпечені підтримкою кращих фахівців.

- якщо для обробки потрібна більша кількість інструменту, ніж це може забезпечити інструментальний магазин верстата, то варто звернути увагу на автоматизовані системи управління інструментальним господарством і інструмент з інтегрованим чіпом-ідентифікатором

5.5 Багатопозиційні адаптери

Чотири ріжучих головки на одній державке - відмінне рішення для багатоцільовий обробки.

Ви можете використовувати багатопозиційні адаптери з різними варіантами ріжучих головок і лез для обробки канавок і звичайної токарного оброблення. При цьому ви будете раціонально використовувати простір інструментального магазину, і скорочувати час на зміну інструменту. Багатопозиційні адаптери можуть застосовуватися для обробки як в осьовому, так і в радіальному виконанні.

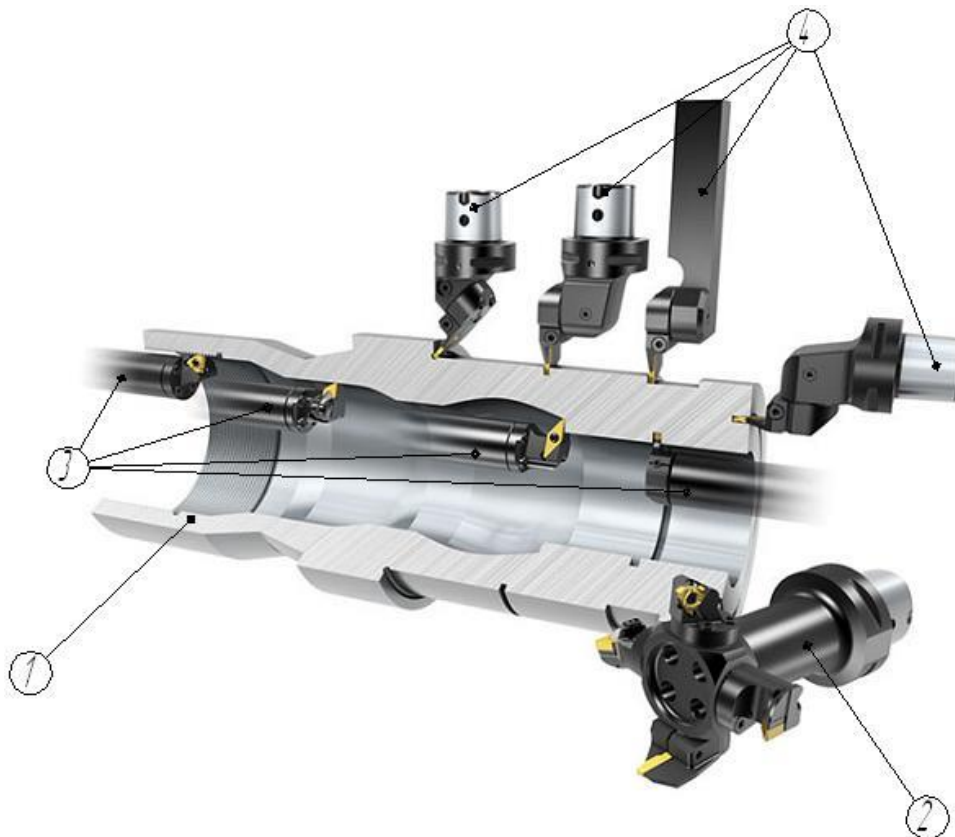
Область застосування:

- для внутрішнього і зовнішнього точіння, обробки канавок і резьбонарезання

- прекрасно поєднується з антивібраційними розточувальними оправками для операцій з довгими вільотами або при схильності до вібрацій

- для обробки всіх груп матеріалів

Схема багатопозиційної обробки зображена на рисунку 6.5



1 – деталь; 2 – багатопозиційні адаптери; 3 – розточні різці; 4 – карнавочні різці

Рисунок 5.4 – Загальна схема багатоцільової обробки

5.6 Інструмент для свердління й фрезерування

На багатоцільових верстатах виконується широкий спектр фрезерних операцій при обробці деталей складної форми. Отже, для виконання цих операцій необхідно використовувати асортимент полегшеного фрезерного інструмента, що відповідає вимогам багатоцільовий обробки. Серед них торцішкі, кінцеві фрези, фрези для профільної обробки і фрези для обробки кишень і

вибірок. Фактори, які необхідно розглядати при виборі осьового інструменту для багатоцільовий обробки (рис. 6.6, 6.7):

- фрезерний інструмент повинен бути найбільш універсальним і мати широкі можливості обробки.

- фрези і свердла повинні забезпечувати можливість п'ятикоординатне обробки.

- інструмент повинен забезпечувати можливість фрезерування симетричних і асиметричних тіл обертання, плунжерного фрезерування, гвинтовий інтерполяції, а також трахоїдального фрезерування і резьбофрезерування.

- фрезерний інструмент повинен бути придатним як для чорнових, так і для чистових операцій.

- свердла повинні мати широкий діапазон за діаметрами і глибині обробки.

- свердла повинні забезпечувати обробку отвори під різьблення.



Рисунок 5.5 - Фреза



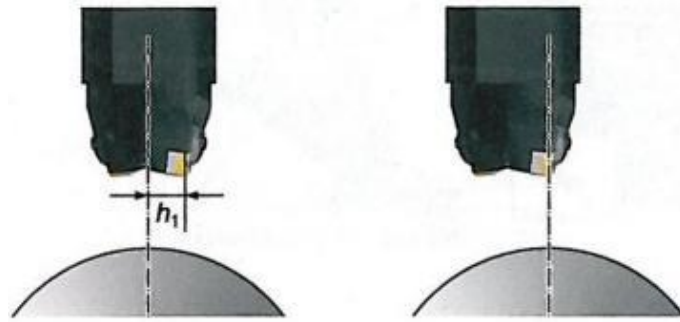
Рисунок 5.6 - Свердло

5.7 Інформація з програмування

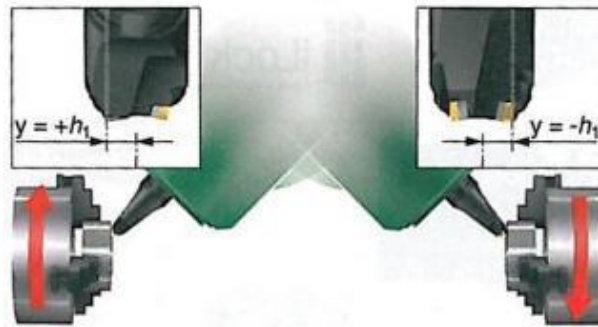
Гнучкість обробки на багатоцільових верстатах дозволяє розширювати функціональні можливості здвоєного інструменту. При повороті фрезерної голови на 180° і її фіксації в цьому положенні, одна пластина, яка перебувала в роботі, замінюється іншою.

Зазвичай при токарній обробці координата по осі Y урівня 0, за винятком випадків, коли інструмент знаходиться поза зоною різання. На відміну від стандартних різців, в корпусі здвоєного інструменту розміщені дві ріжучі пластини, кожна з яких буде знаходитися поза осі деталі, якщо фрезерна голова верстата по координаті Y буде виставлена на 0. Тому необхідно змістити інструментальний шпиндель верстата по осі Y на таку відстань, щоб вершина робочої пластини збіглася з віссю деталі. $Y = \pm h_1$ (h_1 = відстань від вершини пластини до осі опрацювання), див. рисунок 6.8.

Необхідно відхилити вісь Y в протилежну сторону в порівнянні з обробкою в головному шпинделі.



При работе двоянным инструментом Вам необходимо сместить инструмент по оси Y на расстояние h_1 , с целью установки вершины пластины по оси детали.



Точение по направлению к контр-шпинделю. Поворот фрезерного шпинделя вокруг оси В и смена направления вращения детали.

Рисунок 5.7 – Схема зміщення „у”

Для багатоцільових верстатів не потрібно виготовляти інструмент в лівому і в правому виконанні. Завдяки можливості фіксації інструментального шпинделя з поворотом на 180° , можливо використовувати одну і ту ж державка в різних напрямках обробки (рис.6.9), змінивши, відповідно, напрямок обертання головного шпинделя.

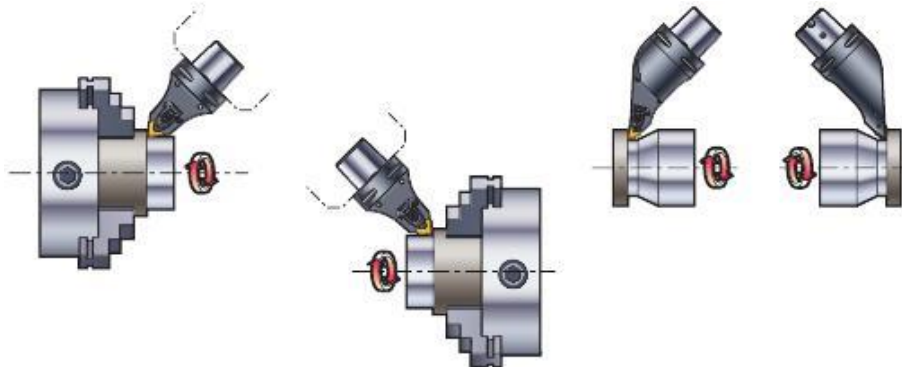


Рисунок 5.8 – Застосування одного різця, як правого так і лівого

5.8 Інструмент для обробки з розворотом фрезерного шпинделя

Обробка з розворот фрезерного шпинделя по углом є оптимальним методом, що забезпечує максимум стабільності і зручний доступ інструменту до оброблюваної заготівлі.

Одна і та ж державка може використовуватися для обробки в різних напрямках, від головного руху шпинделя і до нього. Дана можливість реалізується за рахунок фіксації інструментального шпинделя з поворотом на 180° . При цьому необхідно змінити напрямок обертання головного шпинделя.

Схема обробки під кутом зображена на рисунку 5.8.

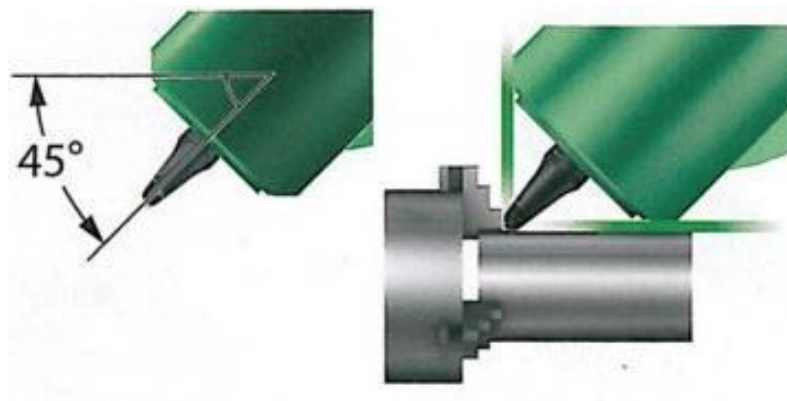


Рисунок 5.9 – Положення фрезерного шпинделя під 45° .

5.9 Один багатоцільовий верстат - чотири варіанти

У багатоцільових верстатах часто є кілька можливих методів виконання тієї чи іншої операції. Розглянемо чотири варіанти. Нижче перераховані переваги і недоліки кожного.

1-й варіант

Вертикальні / горизонтальні - токарні інструменти

Використання загальних токарних інструментів в інструментальному шпинделі (В-шпинделі) з розширювальними адаптерами (рис. 6.11).

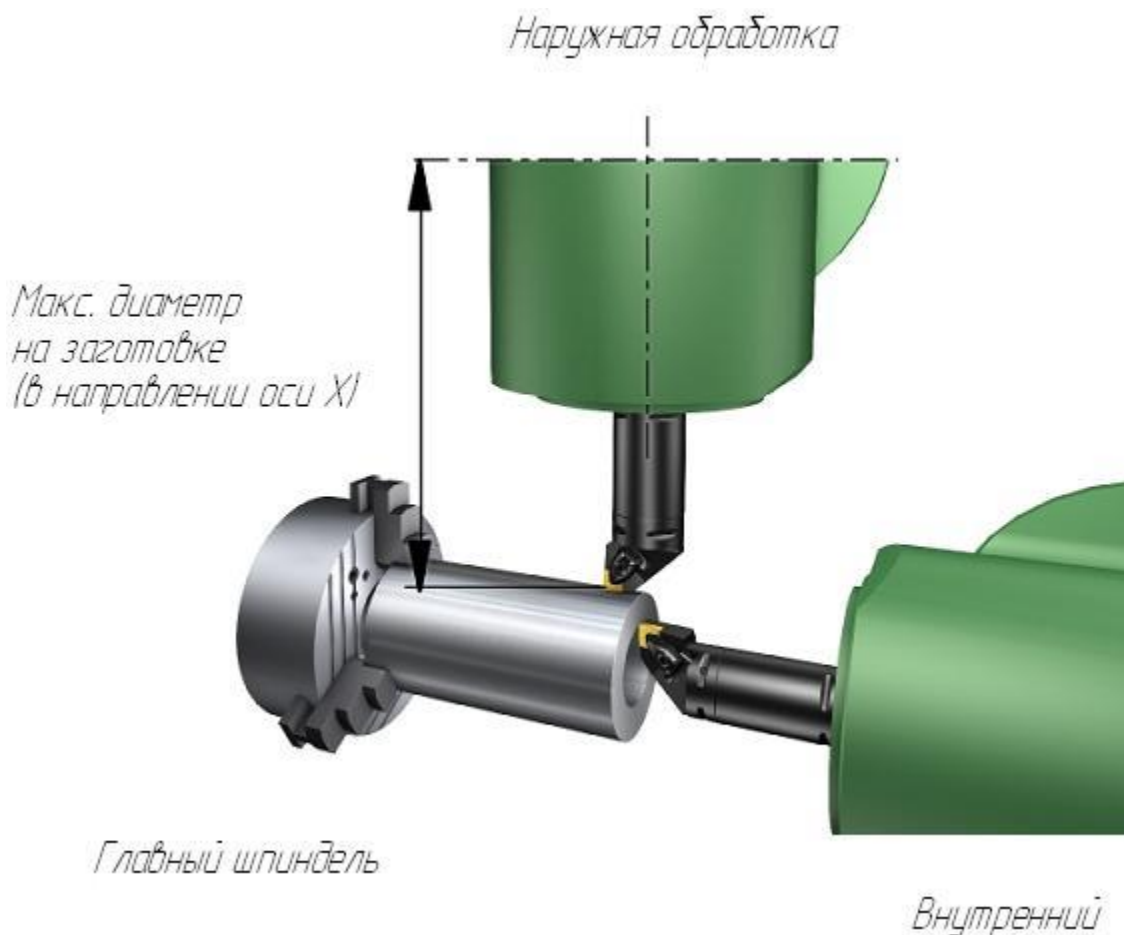


Рисунок 5.10 – Вертикальні/горизонтальні токарні інструменти

переваги:

- простота у використанні / просте програмування.
- інструмент зовнішньої обробки можна використовувати для внутрішньої обробки, і навпаки.
- простота предналадки поза верстата.
- широкий діапазон стандартних інструментів.

- вертикальні інструменти не обмежують довжину обробки в напрямку осі Z (довжину заготовки).

Недоліки:

- потрібно великий виліт інструменту для роботи поруч з основним шпинделем, що обмежує максимальний діаметр заготовки.

- менш стабільні, ніж 45° інструменти. Сили різання на ріжучої пластині, разом з довгим вильотом інструменту, стають причиною значних сил згину на осі B.

- зміна інструменту через інструментальний магазин займає більше часу.

2-й варіант

45° – токарні інструменти

Використання 45° -градусних власників одинарного токарного інструменту забезпечує оптимальну зручність обробки та стабільність (рис. 1.12).

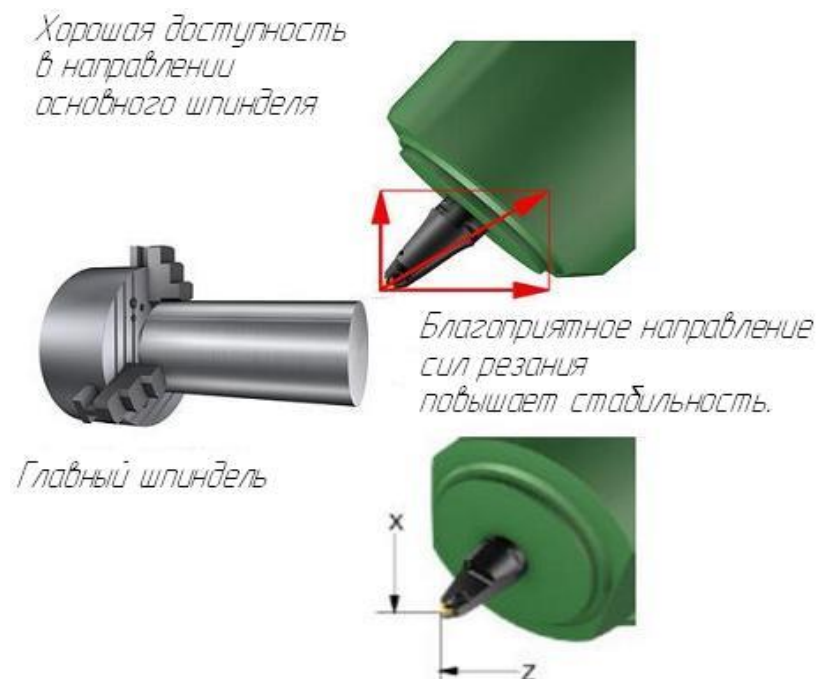


Рисунок 5.11 – 45° – токарні інструменти

Переваги:

- зручність обробки.

- стабільність - 45° тримачі можна укорочувати, але вони зберігають зручність обробки в порівнянні з вертикальними інструментами.

- стабільність - 45° державки направляють сили різання в сторону шпинделя.

- можливий великий діаметр заготовки (в напрямку осі X).

Недоліки

- обмежує довжину обробки в напрямку осі Z (довжину заготовки).

- складність предналадки поза верстата. Устаткування для предналадки повинно мати вісь В.

- тільки для зовнішньої обробки, кут в плані не допускає внутрішню обробку.

- зміна інструменту через інструментальний магазин займає більше часу.

3-й варіант

45° - державки здвоєного інструменту

Тримачі здвоєного інструменту (рис.6.13), мають ті ж переваги, що і 45° тримачі, але при набагато більш швидкій зміні інструменту.

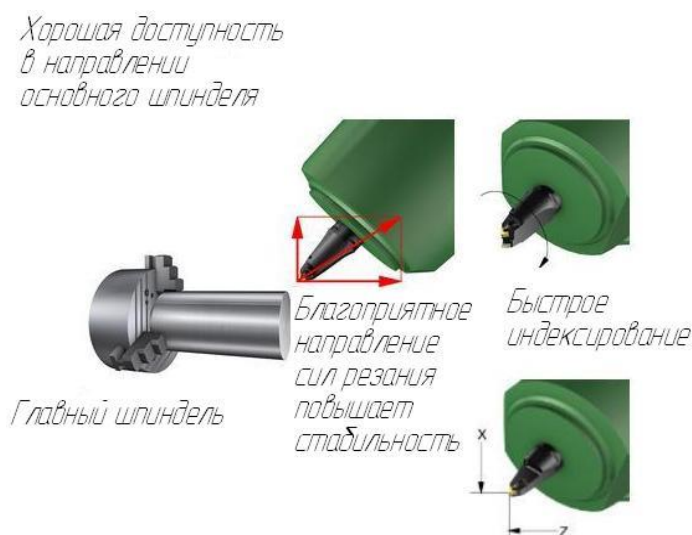


Рисунок 5.12 – 45° – тримачі здвоєного інструменту

Преваги:

- зручність обробки.
- стабільність - 45° державки можна укорочувати, але вони зберігають зручність обробки в порівнянні з вертикальними інструментами.
- стабільність - 45° державки направляють сили різання в сторону шпинделя.
- можливий великий діаметр заготовки (в напрямку осі X).
- два інструменту в одному, швидке індексування.
- о дин кишеню в магазині. Менше вага, два інструменти в одному.

Недоліки:

- обмежує довжину обробки в напрямку осі Z (довжину заготовки).
- зміщення осі Y на деяких верстатах може викликати складності.
- складність предналадкі поза верстата. Устаткування для предналадкі повинно мати вісь B.
- можуть бути труднощі з випробуванням в верстаті.
- тільки для зовнішньої обробки, кут в плані не допускає внутрішню обробку.

4-й варіант

Нижня револьверної головки - точіння

Традиційне точіння з ніжньої револьверної голівкою з короткими вертикальним / горизонтальним інструментами дозволяє швидше змінювати інструмент, Забезпечує хорошу стабільність и зручність обробки.

Точіння нижньою револьверною голівкою зображено на рисунку 6.14.

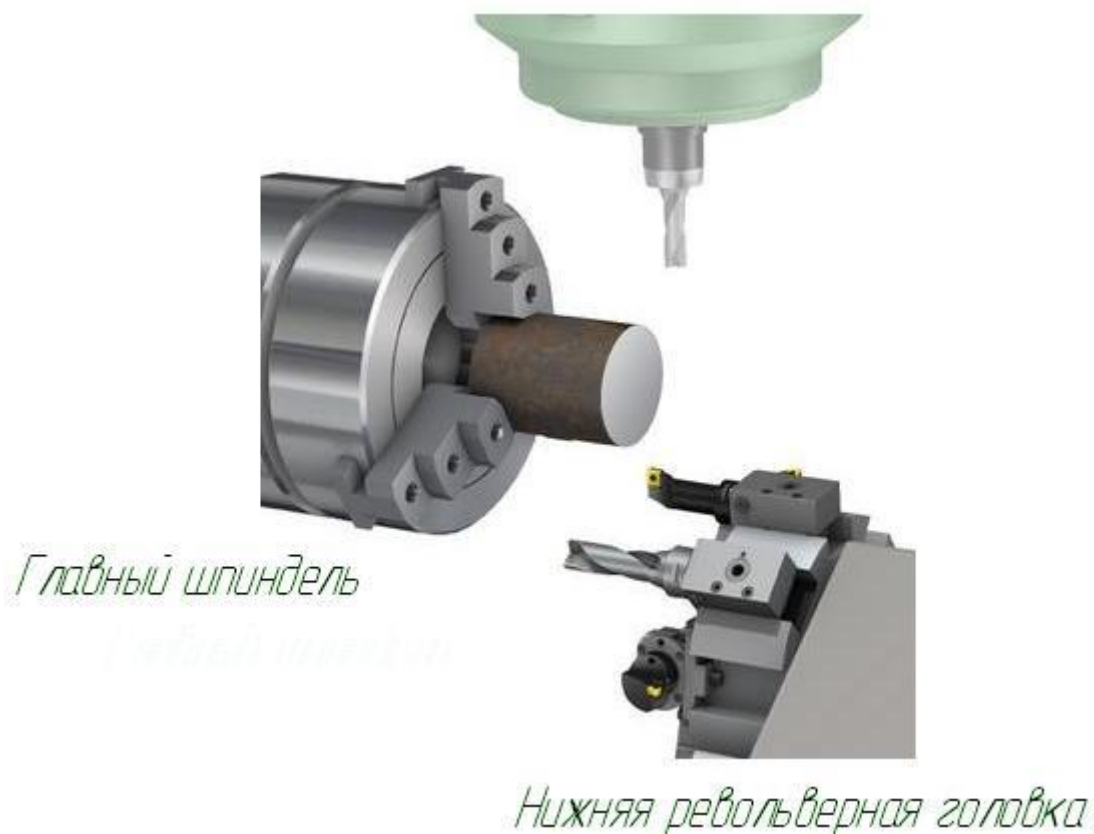


Рисунок 5.13 - Нижня револьверна голівка - точіння

Переваги:

- швидка зміна інструменту.
- більше місця для довгих інструментів.
- одночасна обробка верхнім (В-шпиндель) і нижнім інструментом.

Недоліки:

- менш універсальні, один інструмент використовується тільки для однієї операції.

Поради:

- револьверна голівка буде корисна, якщо точіння є переважаючою операцією.
- можна використовувати револьверну голівку як задню бабку або люнет.

ВИСНОВОК

Згідно з завданням на дипломний проект, розроблене планування обладнання на ділянці. Детально розроблений технологічний процес виготовлення поршня. 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 великосерійного виробництва дуже важливо.

У частині з охорони праці приведена повна характеристика ділянки механічної обробки поршня з точки зору безпеки проведення робіт, проведена характеристика за ступенем пожежної безпеки, виконаний план евакуації з адміністративних приміщень цеху.

Спецзавдання виконано на тему: багатоцільова обробка.

Складено альбом технологічної документації на виготовлення поршня.

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. Справочник технолога машиностроителя. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. – 574 с., ил.
4. Приложения к методическим указаниям “Расчёт технологических размеров при проектировании технологических процессов механической обработки”, для выполнения курсовых и дипломных проектов по технологии машиностроения /7.090202/, авиационных двигателей и энергетических установок /7.100103/. 55с.
5. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.
6. Справочник режимы резания металлов. / Под ред. Ю. В. Барановского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. 409с.
7. Прогрессивные режущие инструменты режимы резания металлов. Справочник. / Под ред. Баранчикова В. И. – М.: Машиностроение. 1990. 274с.
8. Справочник нормировщика-машиностроителя. В 4-х т. Т. 2/ Под ред. Е. И. Стружестраха. – М.: МАШГИЗ, 1961. 892 с.

9. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – 4 изд., перераб. и доп. – Мн.: Высш. школа. 1983. 256с.
10. Методичні вказівки до дипломного проектування з техенології 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. – Запаріжжя, ЗДТУ, 2000 – 244с.
11. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів спеціальності “Технологія машинобудування”. / автори Жупіна Л. В., Бобровнікова Р. Г., Федерякін І. А., Азаров І. І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2001 – 23с.
12. Мозговой В.Ф., Попенко А.И., Качан А.Я. Новый метод отделочно-упрочняющей обработки тонкостенных валов роторов ГТД / Технологические системы, №3(5). Киев, 2000.
13. Попенко А.И., Мозговой В.Ф., Качан А.Я. Оптимизация процесса финишной, полировально-упрочняющей обработки наружных поверхностей валов роторов ГТД / Вестник Харьковского Государственного Политехнического Университета, вып. 1 Харьков, 2000.
14. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение. 1979. 302с.
15. Кодекс Цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI.
16. Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 № 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями».
17. Наказ МНС України від 15.08.2007р. № 557 «Правила техногенної безпеки у сфері цивільного захисту на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях».
18. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 09.10.2006р. № 653 «Про затвердження інструкції щодо утримання захисних

споруд цивільної оборони у мирний час» зареєстрований в Міністерстві юстиції України 2 листопада 2006р. за № 1180/13054.

19. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2007. – 487 с.

20. Защитные сооружения гражданской обороны: Устройство и эксплуатация: Учеб. Пособие, Ю.Ю.Камерер, А.К.Кутырев, А.Е.Харкевич. – М.: Энергоатомиздат, 1986. 248 с.: ил.

21. Руденко П.О., Плєскач В.М., Харламов Ю.О. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: Підручник, за ред. Доц. В.М. Плєскача.- Дніпропетровськ: Наука і Освіта, 1999.-254 с, іл. 128

22. Богуслаев В.А., Смирнов А.С. – Станочные приспособления. – Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Сич». – 2003. – 335с.

23 Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектирование механосборочных цехов. Учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов / Под ред. А. М. Дальского. -М.: Машиностроение, 1990. 352 с.

24. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень методом світлового потоку» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання /Укл. В.І. Шмирко, О.В. Коробко, А.Є. Островська. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 34с.

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документація</u>						
ЗНТУ 290218.012						
<u>Деталі</u>						
Корпус						
Втулка налаштувальна						
Корпус						
Шток						
Робочий інструмент						
Втулка						
Корпус паршня						
Поршень						
Кришка						
Кришка						
Стопорне кільце						
Кільце						
Платик						
Циліндр						
Пружина						
Штуцер						
ЗНТУ 290218.012						
ЗНТУ Гр. Мз-113м						

Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата
Разработ.		Ольчиєв Ю.І.		
Пров.		Гермашев А.І.		
Н.контр.		Попелькін А. В.		
Утв.		Дядя С. І.		

Лист	Лист	Листов
	1	2

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документація</u>						
			ЗНТУ 403368.012	Складальне креслення		
<u>Деталі</u>						
			1	Втулка	1	
			2	Призма	1	
			3	Стійка	1	
			4	Корпус	1	
			5	Штур	1	
			6	Стійка	1	
			7	Важіль	1	
			8	Планка	1	
			9	Плита	1	
			10	Стійка	1	
			11	Планка	2	
			12	Цанга	1	
			13	Нагискач	1	
			14	Штифт	1	
			15	Пружина	1	
			16	Ніжка	1	
			17	Фіксатор	1	
ЗНТУ 403368.012						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разроб.		Ольчів Ю. І.				
Проб.		Гермашев А. І.				
Нконтр.		Патюкін А. В.				
Утв.		Дядя С. І.				
Багатовимірвальне контрольне пристосування					Лист	Лист
						1 2
ЗНТУ						
Гр. Мз-113м						
Копіювал					Формат А4	

