

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Корпус ТС.211» з використанням
Назва теми

верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДРБ.ФІТА.ПМ.23.05.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТс-20-2
Шифр

Керівник канд. техн. наук, доцент
Науковий ступінь, звання

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент


Підпис

Ярослав СТОЛЯР
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Юрій САВИЦЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва


Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата « » 2023

Хмельницький 20 23

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломну бакалаврську роботу Столяра Я. А «Технологія виготовлення деталі «корпус ТС.211» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломної роботи Столяра Я. А є інженерно цікавою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Корпус із застосуванням верстатів з ЧПК, а саме 2M614Ф2.

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі корпус, спроектовано верстатний пристрій для фрезерування поверхні, та контрольний пристрій для вимірювання перпендикулярності отворів.

Графічна частина виконана на доброму рівні. Креслення та пояснювальна записка відповідають вимогам ДСТУ.

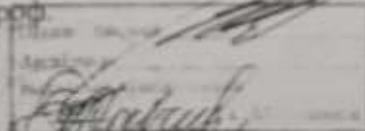
У розділі охорони праці приведено дані по забезпеченню техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній бакалаврській роботі та виконанні її на високому технічному рівні, робота рекомендується до захисту, а здобувач Столяр Я. А заслуговує оцінки добре та присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка.

Професор кафедри «Трибології
автомобілів та матеріалознавства»
Хмельницького національного
університету д.т.н., проф.

Диха О.В.

Підпис Диха О.В.
Засвідчую
Начальник відділу кадрів ХНУ



РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «корпус ТС.211» з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: Столяр Ярослав Андрійович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

Науковий керівник: Савицький Ю.В.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправдані поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

Підтвердження:

завідувач кафедри

гарант освітньої програми

керівник кваліфікаційної роботи

Віталій ТКАЧУК

Віталій КАРАЗЕЙ

Юрій САВИЦЬКИЙ

Дата

Підписи

Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Столяра М. А.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, гр. ПМТс-20-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

дата



підпис

Реферат

Тема роботи: Технологія виготовлення деталі «корпус ТС.211» з використанням верстатів з ЧПК

Автор: Столяр Я. А. Керівник роботи : Савицький Ю.В.

Об'єм пояснювальної записки. 63. стор. Графічна частина 6 листів А1.

В загальному розділі виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки пристрою для фрезерування поверхні, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці приведено дані по забезпеченню техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус», специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор роботи: Столяр Я. А.

2023 р.

/Підпис/

Дата

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
1	Загальний розділ	8
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	8
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	9
1.3.	Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус.....	10
1.4	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	11
1.5	Визначення типу і організаційної форми виробництва.....	15
2	Технологічний розділ	17
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання.....	17
2.2	Вибір технологічних баз.....	19
2.3	Встановлення планів обробки поверхонь деталі.....	19
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування.....	20
2.5	Розрахунок припусків.....	22
2.5.1	Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 80H7$	22
2.5.2	Табличний метод.....	30
2.6	Розробка технологічних операцій механічної обробки.....	31
2.7	Призначення режимів різання.....	33
2.7.1	Аналітичним методом	33
2.7.2	Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів	36

					ДРБ.ПМ.ФІТА.23.00.00ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «корпус ТС.211» з використанням верстатів з ЧПК		
Розробив.	Столяр						
Перевірив	Савицький				ХНУ-ПМТс-20-2		
Н. Контр.	Бись						
Затвердив	Ткачук						

2.8	Технічне нормування операцій технологічного процесу...	39
2.9	Оформлення технологічної документації.....	43
3	Конструкторський розділ.....	44
3.1	Проектування верстатного пристрою для фрезерування поверхні	44
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	44
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	44
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	45
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	46
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	47
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	48
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	49
3.2	Проектування контрольно-вимірювального пристрою.....	50
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.....	50
3.2.2	Вибір схеми контролю заданого параметру.....	50
3.2.3.	Розрахунок пристрою на точність.....	51
3.2.4.	Принцип роботи пристрою.....	52
4	Охорона праці.....	53
5	Висновки.....	61
6	Список використаних джерел.....	62
	Додатки.....	

Вступ

Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виготовлення продукції залежить від випереджувального росту розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів та апаратів, від всебічного впровадження методів техніко-економічного аналізу. Одним із чинників, які впливають на розвиток країни в цілому, а особливо в теперішній критичний час для України, є машинобудування. Рівень розвитку машинобудування в цілому визначає рівень розвитку будь-якої країни.

Перед технологами машинобудівниками постають задачі подальшого підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості і матеріалоємності їх виготовлення, впровадження поточних методів роботи, механізацією та автоматизацією виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових виробів.

Вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машини, надійність, витривалість та економічність у використанні залежить не менше від досконалості її конструкції, але й від технології виробництва яка потребує застосування прогресивних виробничих методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машин, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталей і машини взагалі, ефективне використання сучасних автоматичних ліній та верстатів з програмним управлінням, прогресивної технологічної оснастки, ЕОМ та іншої техніки.

Вирішення цих завдань потребує проведення значних робіт не менше щодо мобілізації усіх внутрішніх резервів, але й щодо розробки і втіленню нових науково обґрунтованих методів, що забезпечують швидке зростання продуктивності праці на базі комплексної механізації та автоматизації виробництва і праці інженерно-технічних робітників.

1. Загальний розділ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

Випускна бакалаврська робота відповідно до загальноосвітньої програми підготовки бакалаврів за Галуззю знань – 13 Механічна інженерія, Спеціальністю – 131 Прикладна механіка являє собою самостійну та логічно завершену роботу на здобуття ступеня бакалавра, галузі технології машинобудування.

«Для якісного виконання випускної кваліфікаційної роботи претендент ступеня бакалавра в процесі навчання за програмою має освоїти такі компетенції, які закріплюються під час виконання ним випускної кваліфікаційної роботи:

- здатність до саморозвитку, підвищення своєї кваліфікації та майстерності;
- здатність освоювати на практиці та вдосконалювати технології, системи та засоби машинобудівних виробництв;
- здатність брати участь у розробці та впровадженні оптимальних технологій виготовлення машинобудівних виробів;
- здатністю виконувати заходи щодо ефективного використання матеріалів, обладнання, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів та програм вибору та розрахунків параметрів технологічних процесів;
- здатністю вибирати матеріали та обладнання, та інші засоби технологічного оснащення та автоматизації для реалізації виробничих та технологічних процесів;
- здатністю виконувати роботу з визначення відповідності продукції, що випускається вимогам регламентуючої документації;
- здатністю виконувати роботи з доведення та освоєння технологічних процесів, засобів та систем технологічного оснащення, автоматизації машинобудівних виробництв, управління, контролю, діагностики в ході підготовки виробництва нової продукції, оцінки їх інноваційного потенціалу;
- здатність розробляти плани, програми та методики, інші документи, що входять до складу конструкторської, технологічної та експлуатаційної документації.

Основні завдання при виконанні дипломної роботи бакалавра:

- запропонувати вдосконалений технологічний процес оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання – верстатів з ЧПК;
- провести раціональний вибір методу отримання заготовки;
- провести розрахунки та вибір припусків;
- розрахувати та вибрати різальний інструмент і режими різання;
- провести нормування технологічних операцій механічної обробки;
- спроектувати та провести розрахунки верстатного та контрольного пристрою;
- виконати необхідні графічні матеріали та оформити технологічну документацію;
 - навести з точки зору охорони праці необхідні вимоги до безпечної роботи при виконанні технологічного процесу, протипожежної безпеки, безпечним умовам роботи машинобудівного комплексу» [20].

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі

Вузол «Буфер» використовується в автоматичних лініях з ціллю запобігання поломкам деталей при їх обробці на металорізальних верстатах. Буфер складається з корпусу 1, стакана 2, гайки упорної 3, пружини 4, двох бігунків 6, тарілок 5, буферів 9, двох кришок 8 та вісі 10 на якій напесовано два шарикопідшипника 15. Також до буфера входять ущільнювальні та кріпильні деталі.

В корпус 1 буфера встановлюється стакан 2 в якому встановлено буфер 9. За допомогою пружини 4 здійснюється поглинання удару від заготовки, яка подається для обробки на автоматичну лінію. Стискання пружини, при складанні виробу, проходить за допомогою тарілки 5, яка в свою чергу прижимається упорною гайкою 3. Натяг пружини 4 регулюється за допомогою гайки 13. При ударі заготовки в буфер 9 вона падає на бігунки 6 за допомогою яких здійснюється подальше переміщення заготовки по автоматичній лінії обробки деталі. Обертання бігунків відбувається за допомогою вісі 10 до якої вони приєднані гвинтом 12 та

шайбою 14. обертання вісі проходить на шарикопідшипниках 15. кришка 8 служить для притискання шарикопідшипників до торцевої перехідної ділянки вісі 10. кришка кріпиться до корпусу 1 за допомогою гвинтів 11.

Манжети 16, 17 служать для запобігання виходу мастила. Втулки 7 служать для забезпечення зазору між бігунками 6 і гвинтами кришки 11.

Вихідні дані для проектування технологічного процесу механічної обробки деталі: робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення деталі, обсяг випуску деталей $N = 1400$ шт., основні вимоги до виготовлення деталі «Корпус».

Провівши аналіз кресленика, можна з впевненістю сказати, що:

- Кресленик містить усі відомості про деталь – необхідні перерізи, проекції, види, що дають повну уяву про конструкцію деталі;
- На кресленику проставлено усі необхідні розміри, розмірні ланцюги зберігають розмірну визначеність, існує взаємозв'язок між обробленими та необробленими поверхнями, вказано точність розмірів;
- Вказано базову поверхню і вимоги по точності форми та взаємного розташування поверхонь відносно бази;
- Проставлено усі необхідні параметри шорсткості на оброблюємих поверхнях, самі параметри визначені вірно для кожного виду обробки;
- Технічні вимоги містять необхідну інформацію про твердість деталі, тобто вид термообробки, деякі не вказані розміри та відхилення.

Деталь «корпус» являє собою форму вилки з отворами для кріплення підшипників з кришками та отвору для встановлення його на осі. Деталь має плоскі поверхні та отвори.

1.3 Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус

У технологічному процесі запропоновано проводити оброблення свердлування та розточувальні операції на свердлувально-фрезерно-

розточувальному верстаті з ЧПК 2М614Ф2 замість двох окремих верстатів 2Н135 та 2У430.

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Якісний аналіз технологічності

В залежності від службового призначення всі поверхні деталі поділяються на основні конструктивні бази, допоміжні конструктивні бази, виконавчі та вільні конструктивні бази.

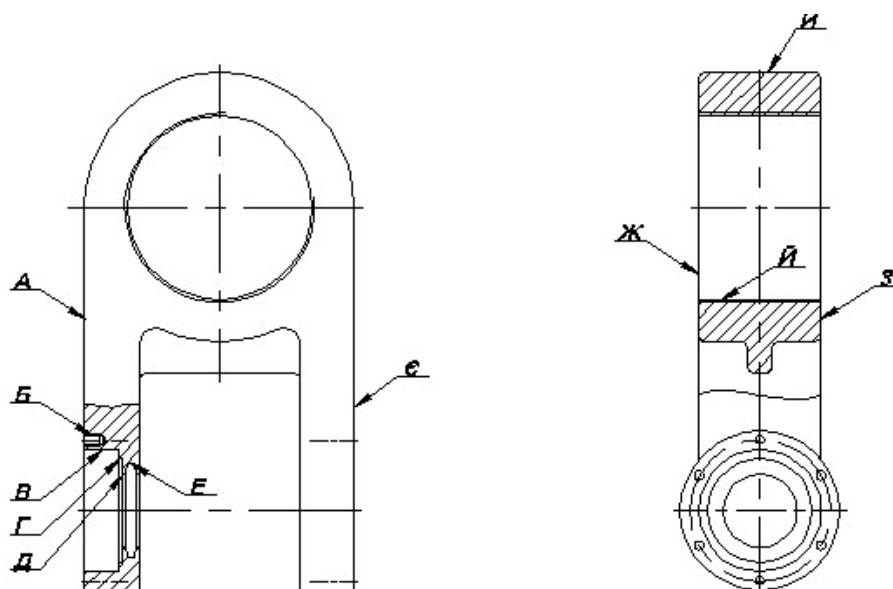


Рисунок 1.1 – Поверхні корпусу

Під основними конструктивними базами розуміють поверхні, які визначають положення даної деталі у виробі. В даної деталі це поверхні В, Г (див. рис. 1.1).

Допоміжними конструктивними базами називають поверхні деталі, які визначають положення всіх приєднуємих деталей відносно даної. Це поверхні Б, А, Є, Ж і З.

Виконавчі поверхні – поверхні, які виконують службове призначення. На рисунку 1.1 це поверхні Д, Е, Й.

Вільними поверхнями вважаються ті поверхні, які не контактують з поверхнями інших деталей. Це поверхні А, Є, Ж, З і И.

В основному всі конструктивні елементи деталі корпус і її поверхні являються стандартними і уніфікованими, тому по даному показникові корпус є технологічним.

Для виготовлення корпусу, як матеріал, використовується сірий чавун марки СЧ 15 ДСТУ 4038-2001. Даний матеріал добре оброблюється різанням, має невисоку вартість і не являється дефіцитним. Хімічний склад чавуну та його механічні властивості зводимо в таблиці 1.1 і 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну СЧ 15 ДСТУ 4038-2001, %

C	Si	Mn	S	P
3,8 - 4,0	2 - 3	0,5	Не більше	
			0,1	0,1

Таблиця 1.2 – Механічні властивості чавуну СЧ 15 ДСТУ 4038-2001

σ_T , МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	ψ , %	δ , %	Твердість НВ
Не менше				Не більше
65	300	1	1	165

Конструкція деталі та матеріал дозволяють отримати заготовку методом литва, завдяки якому отримується деталь з розмірами та формою, поверхнями близькими до готової деталі.

За базові поверхні використовуються поверхні А, Є, Ж, З (див. рис. 1.1), які дозволяють вести обробку на підвищених режимах, володіють достатньою жорсткістю, точністю, шорсткістю, при обробці забезпечується технологічне ув'язування розмірів. Необхідності створення штучних баз немає.

Досягнення заданих допусків і параметрів шорсткості не потребує високоточних операцій, є можливість доступного визначення розмірів, заданих

кресленням, деталь володіє достатньою жорсткістю, що дає змогу вести обробку методом концентрації переходів.

Отже, по якісним показникам деталь корпус являється технологічною.

Кількісний аналіз технологічності

1) Проводимо конструкторський аналіз, результати заносимо в таблицю 1.3

Таблиця 1.3 – Результати конструкторського аналізу

Найменування поверхні	Кількість	Кількість уніф. елем.	Квалітет точності	Параметр шорсткос
Торець А	2	2	7	3,2
Торець Ж	2	2	10	3,2
Зовнішня поверхня И	1	-	14	12,5
Різьбовий отвір Ø124	1	-	6Н	6,3
Різьбовий отвір Ø 6	6	6	6Н	6,3
Отвір Ø 80	2	2	6	0,63
Отвір Ø 62	2	2	14	6,3
Отвір Ø 48	2	2	10	6,3
Всього	18	16		

2) Визначення коефіцієнта уніфікації:

$$K_{y.e.} = Q_{y.e.} / Q_e \quad (1.6)$$

де $Q_{y.e.}$ – кількість уніфікованих елементів деталі, $Q_{y.e.} = 16$;

Q_e – загальна кількість елементів деталі, $Q_e = 18$.

$$K_{y.e.} = 16 / 18 = 0,88.$$

По цьому показнику деталь технологічна, так як $K_{y.e.} > 0,6$.

3) Визначення коефіцієнта точності обробки K_T :

$$K_T = 1 - 1/A_{cp} \quad (1.7)$$

де A_{cp} – середня точність обробки.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{18}) / \sum n_i \quad (1.8)$$

де n_i – число поверхонь деталі відповідно 1...19 квалітетам точності.

$$A_{cp} = (7 \cdot 2 + 10 \cdot 4 + 6 \cdot 2 + 14 \cdot 3) / 18 = 6$$

$$K_T = 1 - 1/6 = 0,84$$

По цьому показнику деталь технологічна, так як $K_T > 0,8$.

4) Визначення коефіцієнта шорсткості обробки $K_{ш}$:

$$K_{ш} = 1/B_{cp} \quad (1.9)$$

де B_{cp} – середня шорсткість обробки в параметрі R_a , мкм.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}) / \sum n_i \quad (1.10)$$

де n_i – число поверхонь деталі відповідно 1...14 класам шорсткості.

$$B_{cp} = (1,6 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 0,63 \cdot 2 + 6,3 \cdot 11 + 12,5) / 18 = 4,79$$

$$K_{ш} = 1/4,79 = 0,2$$

По цьому показнику деталь технологічна, так як $K_{ш} < 0,32$.

5) Визначення коефіцієнта використання матеріалу $K_{в.м.}$:

$$K_{\text{в.м.}} = q/Q \quad (1.11)$$

де q – маса деталі, $q = 1,225$ кг;

Q – маса заготовки, $Q = 2,116$ кг.

$$K_{\text{в.м.}} = 1,225 / 2,116 = 0,57$$

По цьому показнику деталь нетехнологічна, так як $K_{\text{в.м.}}$ доволі низький.

1.5 Визначення типу і організаційної форми виробництва

Для визначення типу виробництва використовуємо річну програму випуску $N = 1400$ шт. і масу деталі $m_d = 18,3$ кг. Згідно рекомендацій [1] попередньо визначаємо тип виробництва – багатосерійне. Тип виробництва визначає форму організації технологічного процесу згідно ГОСТ 14.312 – 74.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються чи відновлюються періодично партіями, які повторюються і порівняно великим об'ємом випуску.

На підприємствах серійного виробництва значна частина обладнання складається з універсальних верстатів, які обладнані як спеціальними, так і універсально – налагодними (СНП, УНП) і універсально – збірними (УЗП) пристроями, що дозволяють знизити працеемкість і собівартість виготовлення виробу. При невеликій працеемкості обробки або недостатньо великій програмі випуску виробів цілеспрямовано обробляти заготовки партіями, з послідовним виконанням операцій, тобто після обробки всіх заготівок партії на одній операції виконувати обробку цієї партії на наступній операції. При цьому час обробки на різних верстатах не узгоджують. Заготовки під час обробки зберігають біля верстата, потім транспортують цілою партією.

В серійному виробництві застосовують також змінно – потокову форму організації робіт. Тут обладнання розташовують по ходу технологічного процесу.

Обробку виконують партіями, причому заготовки кожної партії можуть відрізнятися розмірами і конфігурацією, але допускають обробку на одному і тому ж обладнанні.

При серійному виробництві застосовують універсальні, спеціалізовані, агрегатні та інші металообробні верстати. При виборі технологічного обладнання, спеціального чи спеціалізованого пристрою та інструмента необхідно виконувати розрахунки затрат і строків окупності, а також економічний ефект від використання обладнання і технологічної оснастки.

2 Технологічний розділ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методів її отримання

На вибір метода отримання заготовки впливають декілька факторів. Так, наприклад, матеріал деталі корпус ТС.211 – сірий чавун СЧ 15 ДСТУ 4038-2001, тому оптимальним методом отримання заготовки буде литво.

На підставі таких факторів як призначення деталі корпус, її конфігурації, габаритних розмірів і маси, вимог до точності та якості поверхонь деталі, типу й обсягу виробництва вибираємо для порівняння таких два методи отримання заготовки:

- 1) литво в підсушені земляні форми;
- 2) литво в кокіль з піщаними стержнями.

Порівняння будемо проводити за емпіричними формулами і після розрахунку проведемо визначення економічного ефекту від використання оптимального методу отримання заготовки.

- 1) Литво в підсушені земляні форми.

Розрахунок вартості отримання заготовки проводимо за формулою:

$$S_{\text{заг1}} = ((S_{\text{баз}} / 1000) Q k_T k_c k_B k_M k_{\Pi}) - (Q - q) S_{\text{відх}} / 1000, \quad (2.1)$$

де $S_{\text{баз}}$ – базова вартість 1 т заготовок, $S_{\text{баз}} = 360$ грн, [3];

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 т відходів, $S_{\text{відх}} = 25$ грн, [3];

Q – маса заготовки, $Q = 22.5$ кг;

q – маса готової деталі, $q = 18.3$ кг;

k_T – коефіцієнт класу точності, $k_T = 1,05$, [3];

k_c – коефіцієнт групи складності, $k_c = 0,7$, [3];

k_B – коефіцієнт маси, $k_B = 1$, [3];

k_M – коефіцієнт марки матеріалу, $k_M = 1$, [3];

k_{Π} – коефіцієнт об'єму виробництва, $k_{\Pi} = 0,76$, [3];

$$S_{\text{заг1}} = ((360 / 1000) \cdot 22.5 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,76) - (22.5 - 18.3) \cdot 25 / 1000 =$$

$$= 4,41 \text{ грн.}$$

2) Литво в кокіль з піщаними стержнями.

Розрахунок проводимо за тією ж формулою.

$$Q = 19.7 \text{ кг;}$$

$$k_r = 1,1, [3].$$

За всіма іншими показниками заготовки ідентичні.

$$S_{\text{заг2}} = ((360 / 1000) \cdot 19.7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,76) - (19.7 - 18.3) \cdot 25 / 1000 =$$

$$= 4,11 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{\text{заг}} = (S_{\text{заг2}} - S_{\text{заг1}}) \cdot N = (4.41 - 4.11) \cdot 1400 = 420 \text{ грн.} \quad (2.2)$$

Отже, при литві в кокіль економиться матеріал. Визначаємо економію матеріалу і річний економічний ефект при використанні литва в кокіль:

$$E_p = ((S_{\text{баз}} / 1000) \cdot (Q_1 - Q_2)) \cdot N \quad (2.3)$$

де Q_1 – маса заготовки при литві у форми, $Q_1 = 22,5$ кг;

Q_2 – маса заготовки при литві в кокіль, $Q_2 = 19,7$ кг.

$$E_p = ((360 / 1000) \cdot (22.5 - 19.7)) \cdot 1400 = 504 \text{ грн.}$$

Отже, остаточно вибираємо литво в кокіль, як метод отримання заготовки завдяки більшій його точності та економії металу і коштів.

2.2 Вибір технологічних баз

Спочатку вибираємо бази для завершальної обробки – шліфування отвору \varnothing 84 мм для посадки підшипника. Основною базою буде слугувати торець деталі – поверхня Ж (З) (див. рис. 1.1). Операції для обробки поверхонь Ж і З приймаємо, відповідно, поверхні З і Ж (див. рис. 1.3), базування на магнітному столі.

Для проміжної операції – обробки поверхні Б (див. рис. 1.1) – за бази приймаємо поверхню А (Є); притискання відбувається по поверхні Є (А), базування проводиться в спеціальному пристрої. Вибрані поверхні забезпечують вимоги, що пред'являються до проміжних баз.

Для проміжної операції – обробки отвору \varnothing 120 мм, поверхні Ж та З (див. рис. 1.1) – за бази приймаємо поверхню А (Є), як основну, та зовнішню поверхню И, базування проводимо на магнітному столі. Вибрані поверхні забезпечують вимоги, що пред'являються до проміжних баз. Поверхня И взагалі не обробляється; має достатні розміри, ступінь точності, необхідну жорсткість; не має залишків ливників, слідів від рознімання форм; забезпечує при затискуванні стійке положення деталі без її деформування

2.3 Встановлення методів обробки окремих поверхонь деталі

Обробку деталі будемо проводити в такій послідовності:

- 1) Заготівельна.
- 2) Фрезерувальна
 - а) фрезерувати торці А, Є, Ж, З начорно (див. рис. 1.1);
- 3) Свердлувально-розточувальна операція

Установ А

- а) розточити отвір \varnothing 80 начорно (пов. В) (див. рис. 1.1);
- б) розточити отвір \varnothing 80 начисто;
- в) розточити отвір \varnothing 62 (пов. Г) (див. рис. 1.1);

- г) розточити отвір Е (див. рис. 1.1);
- д) центрування отвору Б (див. рис. 1.1);
- е) свердлування шести отворів Б;
- є) нарізання різьби в отворах Б.

Установ Б

- а) розточити отвір $\varnothing 80$ начорно (пов. В) (див. рис. 1.1);
 - б) розточити отвір $\varnothing 80$ начисто;
 - в) розточити отвір $\varnothing 62$ (пов. Г) (див. рис. 1.1);
 - г) розточити отвір Е (див. рис. 1.1);
 - д) центрування отвору Б (див. рис. 1.1);
 - е) свердлування шести отворів Б;
 - є) нарізання різьби в отворах Б.
- 4) Фрезерувальна
- а) фрезерувати торці А, Є, Ж, З начисто;
- 5) Токарно-гвинторізна
- а) розточити отвір $\varnothing 124$ мм. (пов. Й)
 - а) нарізання різі в отворі Й (див. рис. 1.1).
- 6) Розкочувальна
- а) розкотати отвір В начисто (див. рис. 1.1).

2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко - економічне обґрунтування

Метою розробки варіанта технологічного маршруту обробки деталі являється подання загального плану обробки, намітка змісту операцій та переходів технологічного процесу, вибір типу устаткування – верстатів, пристроїв, різального та вимірювального інструментів, вибір оптимального (по мінімуму приведених витрат на одиницю продукції) технологічного процесу.

При обробці даної деталі корпус ТС.211 будемо порівнювати два варіанти виконання свердлувально-розточувальної операції.

Перший варіант: свердління отворів Б на вертикально - свердлувальному верстаті моделі 2Н135, штучно – калькуляційний час на обробку $t_{шт.-к.} = 2,683$ хв., [5]; розточування отворів поверхні В, Г, Е на вертикально-розточувальному верстаті моделі 2У430 штучно – калькуляційний час на обробку $t_{шт.-к.} = 5,168$ хв., [5].

Другий варіант: обробка на багатоцільовому свердлувально-фрезерно-розточувальному верстаті моделі 2М614Ф2, штучно – калькуляційний час на обробку $t_{шт.-к.} = 3,72$ хв., [5].

Економія часу відбувається за рахунок скорочення часу на заміну різального інструменту.

Розрахунок технологічної собівартості операції механічної обробки визначається за формулою:

$$C_o = C_{п.-з.} \cdot t_{шт.-к.} / 60 \cdot K_b, \quad (2.4)$$

де $C_{п.-з.}$ – приведені витрати на 1 год. роботи устаткування, коп./год.;

K_b – коефіцієнт виконання норм, $K_b = 1,3$.

Перший варіант:

для верстата 2Н135:

$$C_{п.-з.} = 719 \text{ коп./год.}, [5],$$

$$C_{o1} = 719 \cdot 2,683 / 60 \cdot 1,3 = 24,73 \text{ коп.};$$

для верстата 2У430:

$$C_{п.-з.} = 929 \text{ коп./год.}, [5].$$

$$C_{o2} = 929 \cdot 5,168 / 60 \cdot 1,3 = 61,55 \text{ коп.}$$

Другий варіант

для верстата 2М614Ф2 : $C_{п.-з.} = 1678$ коп./год., [5].

$$C_{o3} = 1678 \cdot 3,72 / 60 \cdot 1,3 = 80,03 \text{ коп.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_p = (C_{o1} + C_{o2} - C_{o3})N / 100, \quad (2.5)$$

$$E_p = (24,73 + 61,55 - 80,03) \cdot 1400 / 100 = 87,5 \text{ грн.}$$

Отже, по мінімуму приведених витрат на одиницю продукції, перевагу надаємо використанню свердлувально-фрезерно-розточувальному верстату моделі 2М614Ф2.

2.5 Розрахунок припусків

2.5.1 Розрахунково–аналітичний метод

Розрахунок припусків для отвору $\varnothing 80H7$.

Використовуючи робоче креслення деталі та маршрут механічної обробки, заносимо у розрахункову карту технологічні переходи обробки поверхні, $\varnothing 80H7$ у порядку послідовності їх виконання.

Мінімальний припуск при обробці поверхні обертання $2Z_{\min.}$, мкм, визначаємо по формулі:

$$2Z_{\min.} = 2 \left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (2.6)$$

де $R_{z_{i-1}}$ - висота мікро нерівностей поверхонь, які залишаються після виконання попереднього переходу, *мкм*.

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару, який залишився після виконання попереднього технологічного переходу, *мкм*.

ρ_{i-1} - сумарне геометричне відхилення розташування, яке виникло на попередньому технологічному переході, *мкм*.

ε_i - величина похибок установки заготовки при виконанні технологічного переходу, *мкм*.

Висота мікро нерівностей R_z та глибина поверхневого шару h , для заготовки та по переходах:

- Заготовка $R_{z_0} = 200 \text{ мкм.}; \quad h_0 = 300 \text{ мкм.} \quad [7];$
- Розточування чорнове $R_{z_1} = 50 \text{ мкм.}; \quad [7];$
- Розточування чистове $R_{z_2} = 20 \text{ мкм.}$
- Розкочування $R_{z_3} = 5 \text{ мкм.} \quad h = 5 \text{ мкм}$

Так як заготовка із сірого чавуну, то складову h після першого технологічного переходу із формули для розрахунку мінімального припуску виключаємо.

Сумарне значення просторового відхилення для заготовки даного типу визначається за формулою:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2}. \quad (2.7)$$

Короблення отвору слід враховувати як в діаметральному, так і в осьовому його перерізі. Тому

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, \quad (2.8)$$

де d, l - діаметр та довжина оброблюємого отвору, *мм*.

Значення питомого короблення $\Delta_k = 0,7 \text{ мкм/мм} \quad [7];$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 80)^2 + (0,7 \cdot 22)^2} = 58.079 \approx 59 \text{ мкм.}$$

Повне зміщення отвору у відливці відносно зовнішньої її поверхні представляє геометричну суму зміщень у двох взаємно перпендикулярних площинах:

$$\rho_{\text{зм}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_A}{2}\right)^2} \quad (2.9)$$

де δ_B і δ_A - допуски на розміри В і А по 1-му класу точності.

$$\rho_{\text{зм}} = \sqrt{\left(\frac{600}{2}\right)^2 + \left(\frac{600}{2}\right)^2} \approx 424 \text{ мкм.}$$

Сумарне значення просторового відхилення заготовки

$$\rho_3 = \sqrt{59^2 + 424^2} = 428.08 \text{ мкм.}$$

Залишкові геометричні відхилення після чорнового розточування ρ_1 , мкм, визначаємо по формулі:

$$\rho_1 = \kappa_1 \cdot \rho, \quad (2.10)$$

де κ_1 - коефіцієнт уточнення.

$$\kappa_1 = 0,05$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 428 = 21.4 \text{ мкм.}$$

Похибка базування в нашому випадку виникає за рахунок перекосу заготовки в горизонтальній площині при встановлюванні її на палець пристрою. Перекіс при цьому виникає через наявність зазору між діаметром отвору та діаметром пальця. Найбільший зазор між отвором та пальцями,

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min}, \quad (2.11)$$

де δ_A - допуск діаметра отвору $\varnothing 80H7$: $\delta_A = 0,03$ мм; δ_B - допуск діаметра штиря: $\delta_B = 0,025$ мм; S_{\min} - мінімальний зазор між пальцем та отвором: $S_{\min} = 0,021$ мм.

Тоді найбільший кут повороту заготовки на штирях може бути знайденим через відношення найбільшого зазору при повороті в один бік від середнього положення до відстані між базовими отворами:

$$tg = \frac{S_{\max}}{l}; \quad (2.12)$$

$$tg = \frac{0,03 + 0,025 + 0,021}{22} = 0,003.$$

Похибка базування заготовки на довжині обробляемого отвору

$$\varepsilon_{\delta} = l \cdot tg\alpha; \quad (2.13)$$

$$\varepsilon_{\delta} = 22 \cdot 0,003 = 0,066 \text{ мм} = 66 \text{ мкм}.$$

Похибку закріплення заготовки ε_3 приймаємо рівною 100 мкм [7]. Тоді похибка установки при чорновому розточуванні

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (2.14)$$

$$\varepsilon_1 = \sqrt{66^2 + 100^2} = 119 \text{ мкм}.$$

Залишкова похибка установки заготовки при чистовому розточуванні

$$\varepsilon_2 = k \cdot \varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{інд}}, \quad (2.15)$$

де k – коефіцієнт уточнення, $k = 0,05$;

$\varepsilon_{ін0}$ - похибка індексації, при обробці зо одне встановлення деталі

$$\varepsilon_{ін0} = 50 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 119 + 50 \approx 55,95 \text{ мкм.}$$

На основі записаних в таблиці даних виконуємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right). \quad (2.16)$$

На чорнове розточування:

$$2Z_{\min 1} = 2\left(R_{Z_0} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right) = 2\left(200 + 300 + \sqrt{424^2 + 119^2}\right) = 2 \cdot 940 = 1880 \text{ мкм.}$$

На чистове розточування:

$$2Z_{\min 2} = 2\left(R_{Z_1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right) = 2\left(50 + \sqrt{21,4^2 + 55,95^2}\right) = 2 \cdot 109 = 219 \text{ мкм.}$$

Розкочування:

$$2Z_{\min 2} = 2\left(R_{Z_1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right) = 2\left(20 + \sqrt{0^2 + 55,95^2}\right) = 2 \cdot 75,95 = 151,9 \text{ мкм.}$$

Для кінцевого переходу – розкочування у графу розрахунковий розмір заносимо найбільший граничний розмір поверхні.

$$D_{\text{роз.г}} = D_H + ES, \quad (2.17)$$

де D_H - номінальний розмір поверхні, мм.

ES - верхнє граничне відхилення, мм.

$$D_{роз.3} = 80 + 0,03 = 80,03 \text{ мм.}$$

Для решти видів обробки:

$$D_{роз.2} = D_{роз.3} - 2 \cdot z_2 = 80,03 - 2 \cdot 0,075 = 79,88 \text{ мм.}$$

$$D_{роз.1} = D_{роз.2} - 2 \cdot z_1 = 79,88 - 2 \cdot 0,109 = 79,662 \text{ мм.}$$

$$D_{роз.0} = D_{роз.1} - 2 \cdot z_1 = 79,662 - 2 \cdot 0,940 = 77,782 \text{ мм.}$$

Значення допусків кожного переходу приймаємо по таблицям у відповідності до квалітету в залежності від точності обробки на даному переході.

Так, для розкочування значення допуску складає $TD_3 = 30 \text{ мкм}$ (креслярський розмір); для чистового розточування $TD_2 = 160 \text{ мкм}$; для чорнового розточування $TD_1 = 400 \text{ мкм}$; допуск на отвір у відливці 1-го класу точності по ГОСТ 1855-55 складає $TD_0 = 2500 \text{ мкм}$.

Найбільший граничний розмір одержується з розрахункових розмірів, округлених до точності допуску відповідного переходу.

Таким чином, для розкочування найбільший граничний розмір $D_{\max 3} = 80,03 \text{ мм}$; для чистового розточування $D_{\max 2} = 79,88 \text{ мм}$; для чорнового розточування $D_{\max 1} = 79,662 \text{ мм}$; для заготовки $D_{\max 0} = 77,782 \text{ мм}$.

Найменші граничні розміри:

$$D_{\min 3} = D_{\max 3} - TD_3 = 80,03 - 0,03 = 80,0 \text{ мм.}$$

$$D_{\min 2} = D_{\max 2} - TD_2 = 79,88 - 0,16 = 79,72 \text{ мм.}$$

$$D_{\min 1} = D_{\max 1} - TD_1 = 79,662 - 0,4 = 79,262 \text{ мм.}$$

$$D_{\min 0} = D_{\max 0} - TD_0 = 77,782 - 1,6 = 76,182 \text{ мм.}$$

Мінімальні граничні значення припусків $2z_{\min}^{zp}$, *мкм.*, рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуємого та попереднього переходів, а максимальне значення $2z_{\max}^{zp}$ - відповідно, різниці найменших граничних розмірів.

Тоді для розкочування

$$2z_{\min 3}^{zp} = D_{\max 3} - D_{\max 2} = 80.03 - 79.88 = 0.15 \text{ мм.} = 150 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 3}^{zp} = D_{\min 3} - D_{\min 2} = 80.0 - 79.72 = 0.28 \text{ мм.} = 280 \text{ мкм.}$$

Для чистового розточування

$$2z_{\min 2}^{zp} = D_{\max 2} - D_{\max 1} = 79.88 - 79.662 = 0.218 \text{ мм.} = 218 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 2}^{zp} = D_{\min 2} - D_{\min 1} = 79.72 - 79.262 = 0.458 \text{ мм.} = 458 \text{ мкм.}$$

Для чорнового розточування

$$2z_{\min 1}^{zp} = D_{\max 1} - D_{\max 0} = 79,662 - 77,772 = 1.89 \text{ мм.} = 1890 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 1}^{zp} = D_{\min 1} - D_{\min 0} = 79.72 - 76,182 = 3,538 \text{ мм.} = 3538 \text{ мкм.}$$

Загальні припуски визначаємо як суму відповідних граничних припусків по всім операціям

$$2z_{\max}^{zp} = 280 + 458 + 3538 = 4728 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min}^{zp} = 150 + 218 + 1890 = 2258 \text{ мкм.}$$

Загальний номінальний припуск та номінальний діаметр заготовки:

$$2z_{0ном} = 2z_{0\min} + ES_{заг} - ES_{дет} = 1.9 + 0.2 - 0.03 = 2.07 \text{ мм.}$$

$$D_{3ном} = D_{Дном} - z_{0ном} = 80 - 2.07 = 77.93 \text{ мм.}$$

Перевіряємо вірність проведених розрахунків із співвідношення

$$2z_{\max}^{zp} - 2z_{\min}^{zp} = TD_{заг.} - TD_{дет.} \quad (2.18)$$

$$2z_{\max}^{zp} - 2z_{\min}^{zp} = 4728 - 2258 = 2470 \text{ мкм.}$$

$$TD_{заг.} - TD_{дет.} = 2500 - 30 = 2470 \text{ мкм.}$$

Всі дані розрахунків заносимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 80H7$

Технологічні операції і переходи обробки елементарних поверхонь	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{i-1}$, мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск T , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків мкм	
	R_{zi-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ϵ_{yi}				d_{max}	d_{min}	$2z_{i \max}^{zp}$	$2z_{i \min}^{zp}$
Заготовка (виливка)	200	30 0	42 8	-	-	77.782	2500	77.782	76.182	-	-
Розточування чорнове	50	-	21	10 0	2×940	79,662	400	79,662	79.262	3538	1890
Розточування чистове	20	-	-	10	2×109	79,88	160	79,88	79.72	458	218
Розкочування	5	-	-	3	2×75. 95	80,03	30	80,03	80	280	150

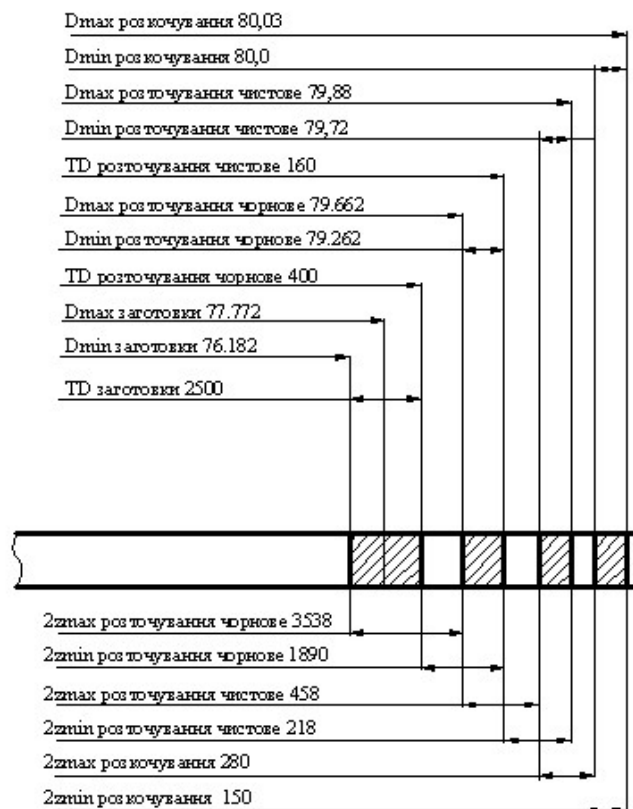


Рисунок 2.1 – Ілюстраційна схема розташування припусків та допусків

2.5.2 Табличний метод

На інші оброблюємі поверхні деталі припуски та допуски визначаємо по таблицях.

Позначення поверхонь див. рис.1.1.

Таблиця 2.2.

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск
		За таблицею	Розрахунковий	
В	Ø124	2x2,5	0	+2,1 -1,1
А,Е	189-0,2	2,5	0	+1,9 -0,9
Ж,З	80+0,1	2.5	0	+1,7 -0,9

2.6 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Загальний план обробки, вибране устаткування заносимо в таблицю 1.5.

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки деталі корпус

№ оп.	Назва, верстат і зміст	Установча база	Пристаювання	Інструмент	
				різальний	вимірювальний
1	2	3	4	5	6
005	<u>Заготівельна</u>				
010	<u>Фрезерувальна 6Б75В</u>			Фреза торцева із вставними ножами з твердого сплаву Т15К6 по ГОСТ 6469-69 D=120, z=10	Мікрометр
	1. фрезерувати торець А, начорно	Поверхня Є	Пристрій спеціальний		
	2. фрезерувати торець Є, начорно	Поверхня А			
	3. фрезерувати торець Ж, начорно	Поверхня З			
4. фрезерувати торець З, начорно	Поверхня Ж				
015	<u>Свердлувально-фрезерно-розточувальна. 2М614Ф2</u>				
	Установ А				
	1) Розточити Ø80 начорно. 2) Розточити Ø80 начисто. 3) Розточити Ø62 начисто.	Зовнішні поверхні Ж, З, опорна – поверхня Є	Пристрій спеціальний	Різець розточувальний з БТП, $\varphi = 92^\circ$	Штангенциркуль
	4) Центрувати 6 отворів. 5) Свердлити 6 отворів Ø5,5 мм. 6) Нарізати різі в шести отворах Ø6 мм.	Зовнішні поверхні Ж, З, опорна – поверхня Є	Пристрій спеціальний	Свердло центровочне Ø5, Р6М5; Свердло спіральне Ø5,5, Р6М5;	-

Закінчення табл. 2.3

1	2	3	4	5	6
	Установ Б 1) Розточити Ø80 начорно. 2) Розточити Ø80 начисто. 3) Розточити Ø62 начисто. 4) Центрувати 6 отворів. 5) Свердли 6 отворів Ø5,5 мм. 6) Нарізати різі в шести отворах Ø6 мм.	Зовнішні поверхні Ж, З, опорна – поверхня А	Пристрій спеціальний	Різець розточний з БТП, $\varphi = 92^\circ$ Свердло центровочне Ø5, Р6М5; Свердло спіральне Ø5,5, Р6М5;	Штангенциркуль
020	<u>Фрезерувальна 6Б75В</u>				
	1. фрезерувати горець А, начисто	Поверхня Є	Пристрій спеціальний	Фреза торцева із вставними ножами з твердого сплаву Т15К6 по ГОСТ 6469-69 D=120, z=10	Мікрометр
	2. фрезерувати горець Є, начисто	Поверхня А			
	3. фрезерувати горець Ж, начисто	Поверхня З			
	4. фрезерувати горець З, начисто	Поверхня Ж			
025	<u>Токарно-гвинторізна 1К62</u> 1) Розточити отвір Ø124 мм 2) Нарізати різьбу М 124	Внутрішні поверхні Ø80 поверхні А, Є, опорна – поверхня Ж (3)	Пристрій спеціальний	Різець розточувальний з БТП, $\varphi = 92^\circ$ Різець для нарізання внутрішньої метричної різьби D=20, L=250	Вставка різьбова
030	Розкочування <u>1К62</u>	Розкотати отвір Ø80 мм начисто	Пристрій спеціальний		Пристрій спеціальний

2.7 Призначення режимів різання

2.7.1 Аналітичним методом

Чорнове розточування поверхні Ø80H7 мм

Приймаємо токарний розточувальний різець з механічним кріпленням багатогранних твердосплавних пластин ВК6 з головним кутом в плані $\varphi = 92^\circ$.

Діаметр державки $D = 32$ мм; довжина різця $L = 240$ мм; $n = 25$ мм [10].

Геометричні параметри: $\gamma = 12^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\lambda = 0^\circ$.

1) Глибина різання: $t = 1,6$ мм.

2) Подача: $S = 0,4 \dots 0,6$ мм/об [10], приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

3) Швидкість головного руху різання V , м/хв., визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \cdot K_n, \quad (2.19)$$

де $C_v = 243$; $x = 0,15$; $y = 0,4$; $m = 0,20$ [8];

$T = 60$ хв. – стійкість інструменту [8];

K_v – додатковий коефіцієнт на швидкість різання,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{nv}, \quad (2.20)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюємого матеріалу, визначаємо по [8];

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v},$$

де n_v – показник степеня, $n_v = 1,25$ [8],

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{165}\right)^{1,25} = 1,193;$$

K_{pv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки, $K_{pv} = 0,85$ [8];

K_{mv} - коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента, $K_{mv} = 1,0$ [8].

$$K_v = 1,193 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 1,014,$$

K_n - поправочний коефіцієнт на швидкість різання при внутрішній обробці (розточуванні), $K_n = 0,9$, [8].

$$v = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} \cdot 1,014 \cdot 0,9 = 120,2 \text{ м/хв.}$$

4) Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайдений швидкості головного руху різання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 80} = 477,7 \text{ об/хв.}$$

Оскільки верстат, на якому ведемо обробку, має без ступеневе регулювання швидкості обертання шпинделя, то розраховану частоту обертання шпинделя не коректуємо.

5) Визначаємо складові сили різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (2.21)$$

де C_p , x , y , n - зміні параметри,

для P_z : $C_p = 92$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0$ [8];

для P_y : $C_p = 54$; $x = 0,9$; $y = 0,75$; $n = 0$

для P_x : $C_p = 46$; $x = 1,0$; $y = 0,4$; $n = 0$

K_p – поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.22)$$

де K_{mp} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу,

де $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочні коефіцієнти,

для P_z : $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,1$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$ [8];

для P_y : $K_{\varphi p} = 0,50$; $K_{\gamma p} = 1,4$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$;

для P_x : $K_{\varphi p} = 1,17$; $K_{\gamma p} = 1,4$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$.

K_{mp} - поправочний коефіцієнт

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (2.23)$$

де n - показник степені, $n = 0,4$, [8]

$$K_{mp} = \left(\frac{165}{190} \right)^{0,4} = 0,945;$$

$$K_{pz} = 0,945 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,925;$$

$$K_{py} = 0,945 \cdot 0,50 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,662;$$

$$K_{px} = 0,945 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,548;$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 120^0 \cdot 0,925 = 809H;$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 1,6^{0,9} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 120^0 \cdot 0,662 = 212H;$$

$$P_x = 10 \cdot 46 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,5^{0,4} \cdot 120^0 \cdot 1,548 = 863H.$$

б) Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{809 \cdot 120}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт} \quad (2.24)$$

Потужність верстата N визначаємо по формулі:

$$N = N_0 \cdot \eta \cdot K_n, \quad (2.25)$$

де N_0 - потужність двигуна верстата, $N_0 = 6,3$ кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата. $\eta \approx 0,8$;

K_n – коефіцієнт перевантаження, $K_n = 1,6$, [8].

$$N = 6,3 \cdot 0,8 \cdot 1,6 = 8,06 \text{ кВт.}$$

Різання можливе, так як виконується умова $N = 8,06 \text{ кВт} > N_e = 1,5 \text{ кВт}$.

7) Визначення основного часу на перехід

$$t_o = l_{p.x.} \cdot i / S \cdot n_o, \quad (2.26)$$

де $l_{p.x.}$ - довжина робочого ходу інструменту:

$$l_{p.x.} = l_{piz} + y + \Delta, \quad (2.27)$$

де y – підвід, врізання та перебіг інструмента, $y = t \cdot ctg\varphi = 1,6 \cdot ctg92^\circ = 0$, [10];

Δ – перебіг різця, $\Delta = 1 \dots 3$ мм, приймаємо $\Delta = 2$ мм;

$$l_{p.x.} = 22 + 0 + 2 = 24 \text{ мм;}$$

i – кількість проходів, $i = 1$.

$$t_o = 24 \cdot 1 / 477 \cdot 0,5 = 0,1 \text{ хв.}$$

2.7.2 Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів

Визначення режимів різання табличним методом проводимо по [8], результати заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. Зведені дані по режимам різання

Найменування і короткий зміст операції	t , мм	$\frac{l_{\text{різ}}}{l_{\text{р.х.}}}$, мм	λ	$\frac{T_m}{T_p}$, ХВ	$\frac{s_p}{s_{np}}$, мм/об, (мм/хід)	$\frac{n_p}{n_{np}}$, об/ХВ	$\frac{v_p}{v_{np}}$, (v _{кр} /v ₃) м/ХВ.	$s_{xв}$, мм/ХВ	t_o , ХВ	N_p/N_d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005. Заготівельна										
010. Фрезерувальна на 1. фрезерувати торець А, начорно 2. фрезерувати торець Є, начорно 3. фрезерувати торець Ж, начорно 4. фрезерувати торець З, начорно	2,3	945	0,15	1,5	19,8	630	2,6	95	0,5	
015 Свердлувально-фрезерно-розточувальна										
1) Розточити Ø80 начорно.	1,6	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{764}{764}$	$\frac{72}{72}$	306	0,124	$\frac{1,13}{6,3}$
2) Розточити Ø80 начисто.	0,5	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{1305}{1305}$	$\frac{123}{123}$	157	0,24	$\frac{1,7}{6,3}$
3) Розточити Ø62 начисто.	0,5	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{1305}{1305}$	$\frac{123}{123}$	157	0,24	$\frac{1,7}{6,3}$
4) Центрувати 6 отворів.	1,5	$\frac{10}{12}$	0,83	$\frac{40}{40}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{1000}{1000}$	$\frac{15,7}{15,7}$	200	0,06x8= =0,48	$\frac{1,7}{6,3}$
5) Свердлувати 6 отворів Ø 5.5 мм	2,25	$\frac{36}{41}$	0,88	$\frac{20}{20}$	$\frac{0,125}{0,125}$	$\frac{1655}{1655}$	$\frac{26}{26}$	207	0,2x2= =0,4	$\frac{1,7}{6,3}$
6) Нарізати різі в шести отворах Ø6 мм.	0.45					200	5.0	6.2 5		

Закінчення табл. 2.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1) Розточити Ø80 начорно.	1,6	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{764}{764}$	$\frac{72}{72}$	306	0,124	$\frac{1,13}{6,3}$
2) Розточити Ø80 начисто.	0,5	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{1305}{1305}$	$\frac{123}{123}$	157	0,24	$\frac{1,7}{6,3}$
3) Розточити Ø62 начисто.	0,5	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{1305}{1305}$	$\frac{123}{123}$	157	$\frac{0,2}{4}$	$\frac{1,7}{6,3}$
4) Центрувати 6 отворів.	1,5	$\frac{10}{12}$	0,83	$\frac{40}{40}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{1000}{1000}$	$\frac{15,7}{15,7}$	200	$\frac{0,06 \times 8}{=0,48}$	$\frac{1,7}{6,3}$
5) Свердлувати 6 отворів Ø 5.5 мм	2,25	$\frac{36}{41}$	0,88	$\frac{20}{20}$	$\frac{0,125}{0,125}$	$\frac{1655}{1655}$	$\frac{26}{26}$	207	$\frac{0,2 \times 2}{=0,4}$	$\frac{1,7}{6,3}$
6) Нарізати різи в шести отворах Ø6 мм.	0.45					200	5.0	6.25		
020 Фрезерувальна 1) фрезерувати торець А, начисто 2) фрезерувати торець Є, начисто 3) фрезерувати торець Ж, начисто 4) фрезерувати торець З, начисто	0,5	945	0,15	1,5	19,8	630	2,6	95	0,5	
025 Токарно-гвинторізна										
1) Розточити отвір Ø124 мм	1,6	$\frac{36}{38}$	0,95	$\frac{50}{50}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{764}{764}$	$\frac{72}{72}$	306		$\frac{1,13}{6,3}$
2) Нарізати різьбу М 124										
030 Розкочування	0,05				0,1	$\frac{159}{0}$	30		$\frac{0,1}{4}$	

2.8 Технічне нормування операцій технологічного процесу

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, необхідний для виконання заданого обсягу роботи (операції) при певних організаційно-технічних умовах і найбільш-ефективному використанню усіх засобів виробництва.

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою [11]:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт.}, \quad (2.28)$$

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

n – величина партії деталей, шт,

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \quad (2.29)$$

де t – запас деталей на складі, $t = 10$ шт.;

Φ – число робочих днів у році, $\Phi = 251$ діб,

$$n = \frac{1400 \cdot 10}{251} = 55,7,$$

$T_{шт.}$ – штучний час на операцію, хв,

$$T_{шт.} = T_o. + T_{доп.} + T_{обсл.} + T_{відп.}, \quad (2.30)$$

де $T_o.$ – основний час, хв;

$T_{доп.}$ – допоміжний час, хв;

$T_{обсл.}$ – час на обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{відп.}$ – час на відпочинок та особисті потреби, хв.,

$$T_{доп.} = T_{у.з.} + T_{уп.} + T_{вим.}, \quad (2.31)$$

де $T_{у.з.}$ – час на установку і зняття заготівки, хв.;

$T_{уп.}$ – час на керування верстатом, хв.;

$T_{вим.}$ – час на вимірювання, хв.

$$T_{обсл.} = \frac{P_{обсл.} \cdot T_{оп.}}{100}, \quad (2.32)$$

де $P_{обсл.}$ – норма часу на обслуговування робочого місця, у відсотках від оперативного часу.

$$T_{відп.} = \frac{P_{відп.} \cdot T_{оп.}}{100}, \quad (2.33)$$

де $P_{відп.}$ – норма часу на відпочинок та особисті потреби робочого, у відсотках від оперативного часу.

$T_{оп.}$ – оперативний час, хв.;

$$T_{оп.} = T_o. + T_{доп.} \quad (2.34)$$

Для прикладу пропонуємо операцію 030 розкочувальну.

Основний час на операцію:

$$T_o. = 0,5 \cdot 2 + 1,2 \cdot 2 = 3,4 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію:

- встановити і зняти заготівку:

для чорнового шліфування $T_{у.з.} = 0,2$ хв. [11];

для чистового шліфування $T_{у.з.} = 0,25$ хв. [11];

Допоміжний час на керування верстатом:

- включити та виключити верстат – 0,04 хв. [11];

- підвести та відвести інструмент – 0,04 хв. [11];

- час очікування зупинки шпинделя – 0,05 хв. [11];
- час на вимірювання – 0,35 хв. [11].

$$T_{дон.} = (0,2 \cdot 2 + 0,25) + 0,13 \cdot 4 + 0,35 \cdot 4 = 2,57 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час

$$T_{он.} = 3,4 + 2,57 = 5,97 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування, а також час на відпочинок та особисті потреби беруться у відсотках від оперативного часу, $P_{обсл.} = 3,5 \% [11]$,

$$P_{відп.} = 4 \% [11]$$

$$T_{обсл.} = \frac{5,97 \cdot 3,5}{100} = 0,21 \text{ хв.};$$

$$T_{відп.} = \frac{5,97 \cdot 4}{100} = 0,24 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час при роботі на верстаті, $T_{підг.з.} = 4 \text{ хв.}$

Тоді:

$$T_{ум.} = 5,97 + 0,21 + 0,24 = 6,42 \text{ хв.},$$

$$T_{ум.к.} = 6,42 + \frac{4}{400} \approx 6,42 \text{ хв.}$$

На інші операції норму штучно-калькуляційного часу розраховуємо аналогічно і зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Норми часу для обробки деталі "Корпус"

Номер, назва операції, переходу, позиції	T_o , хв	$T_{дон}$, хв			$T_{оп}$, хв	$T_{обс}$, хв	$T_{відп}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{п-з}$, хв	n , шт	$T_{шт.к}$, хв
		$T_{ус.}$	$T_{уп.}$	$T_{вим.}$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>010 Фрезерувальна</u>											
1) фрезерувати торець А, начорно	0,5	0,2	0,13	0,35	5,97	0,21	0,24	6,42	4	1400	6,42
2) фрезерувати торець Є, начорно	0,5	0,2	0,13	0,35							
3) фрезерувати торець А, начорно	0,5	0,2	0,13	0,35							
4) фрезерувати торець Є, начорно	0,5	0,2	0,13	0,35							
<u>015 Свердлувально-фрезерно-розточна.</u>											
1) Розточити Ø80 начорно.	0,24	-	0,1	0,09	3,78	0,17	0,23	4,18	11		4,18
2) Розточити Ø80 начисто.	0,06	-	0,1	0,09							
3) Розточити Ø62 начисто.	0,24	-	0,1	0,09							
4) Центрувати 6 отворів.	0,48	0,04	0,07	-							
5) Свердлити 6 отворів Ø5,5 мм.	1,2	-	0,07	-							
6) Нарізати різі в шести отворах Ø6 мм.	1,4	-	0,07	-							
<u>020 Фрезерувальна</u>											
1) фрезерувати торець А, начисто	1,2	0,2	0,13	0,35	5,97	0,21	0,24	6,42	4		6,41

Закінчення табл. 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2) фрезерувати торець Є, начисто	1,2	0,25	0,13	0,35							
3) фрезерувати торець А, начисто	1,2	0,2	0,13	0,35							
4) фрезерувати торець Є, начисто	1,2	0,25	0,13	0,35							
<u>025 Токарно-гвинторізна</u>											
1) Розточити отвір Ø124 мм	0,24	-	0,1	0,09	3,78	0,17	0,23	4,18	11		4,2
2) Нарізати різьбу М124	0,26	-	0,13	0,11							
<u>030 Розкочувальна</u>	0,5	0,2	0,13	0,35	2,74	0,15	0,19	3,08	10		3,081

2.9 Оформлення технологічної документації

Проводимо оформлення технологічної документації. Заповнюємо карти: маршрутного технологічного процесу та операційного з ескізами операцій. Технічну документацію представлено у додатках.

3 Конструкторська частина

3.1 Проектування верстатного пристрою

Згідно із завданням необхідно спроектувати спеціальний пристрій для установки заготовки корпусу, виготовленого з СЧ15, для фрезерування бокової поверхні торців.

3.1.1 Вибір схеми базування та закріплення деталі в пристрої

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для затиску і базування деталі корпус при фрезеруванні торців.

Схему базування та закріплення деталі показано на рисунку 3.1.

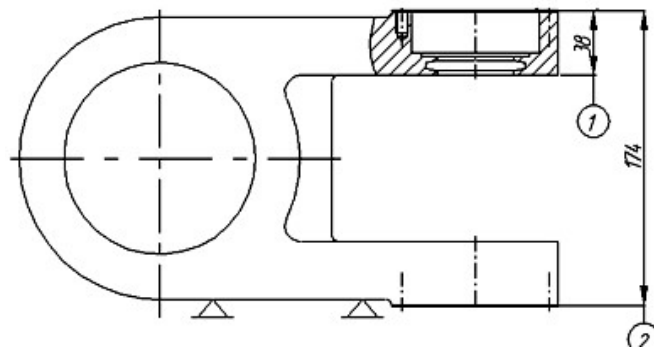


Рисунок 3.1 – Схема базування та закріплення деталі

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою

В якості установочних елементів використовуємо пластини, в які встановлюється деталь плоскими поверхнями. Одна з пластин має нижній упор, а прихватом прикладаються затискні сили, які не дають деталі рухатись під час обробки. Установочними елементами пристрою вибрано плоскі поверхні Є, Ж, З.

Обробка деталі проводиться за два установи. Затиск проводиться для по поверхнях
(, Ж, З).

3.1.3 Розрахунок точності обробки

Похибку установки заготовки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.1)$$

де ε_{δ} - похибка базування заготовки, $\varepsilon_{\delta} = 0$

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 0,09$ мм (затиск прихватом) [15];

ε_{np} - похибка пристрою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{виг}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{фікс}^2}, \quad (3.2)$$

де $\varepsilon_{виг}$ - похибка виготовлення установочних елементів, $\varepsilon_{виг} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ - похибка зношення установочних елементів, $\varepsilon_{зн} = 0,02$ мм;

$\varepsilon_{фікс}$ - похибка фіксації пристрою на столі верстата, $\varepsilon_{фікс} = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2 + 0,01^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,025^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

Допустиму похибку пристрою визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{дон} = TD - \kappa \cdot \omega, \quad (3.3)$$

де TD – поле допуску на виконуваний розмір деталі, $TD = 0,062$ мм;

κ – поправочний коефіцієнт, $\kappa = 0,8$ [15];

ω – точність обробки на вибраному верстаті, $\omega = 0,01$ мм, [15].

$$\varepsilon_{\text{дон}} = 0,062 - 0,8 \cdot 0,01 = 0,054 \text{ мм.}$$

Умова $\varepsilon_{\text{дон}} \geq \varepsilon_y$ виконується. Точність обробки забезпечена.

3.1.4 Розрахунок сили закріплення деталі

Сили, які виникають під час фрезерування, і становлять небезпеку для зрушення заготовки по вдовж затискних пластин.

Сила різання знаходиться за формулою:

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP} ; ; \quad (3.4)$$

$$P_Z \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,16^{0,75} \cdot 15^{1,1} \cdot 10}{120^{1,3} \cdot 100^{0,2}} \cdot 1 = 640 \text{ Н.}$$

Сили, які утримують заготовку це сили тертя по двох площинах, тому рівняння рівноваги заготовки буде:

$$2Wf = P \cdot k .$$

де k – коефіцієнт запасу.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \geq [2,5], \quad (3.5)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу;

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ - коефіцієнти, що відповідно, враховують: збільшення сили різання при чорновій обробці; при затупленні інструменту; при переривчастому різанні; нестабільність сили закріплення; незручність розташування рукоятки; наявність моментів, які намагаються розвернути заготовку.

Значення коефіцієнтів приймаємо по [6], с. 84 – 85.

$k_0 = 1,5$; $k_1 = 1,2$; $k_2 = 1$; $k_3 = 1$; $k_4 = 1,2$; $k_5 = 1,0$; $k_6 = 1,0$.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16$$

Приймаємо $k = 2,5$

Звідки сила затиску:
$$W = \frac{P_z \cdot k}{2f} = \frac{640 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,16} = 5000H$$

3.1.5 Розрахунок силового приводу пристрою

В якості затискного механізму приймаємо двошарнірний важільний механізм з приводом - пневмоциліндром.

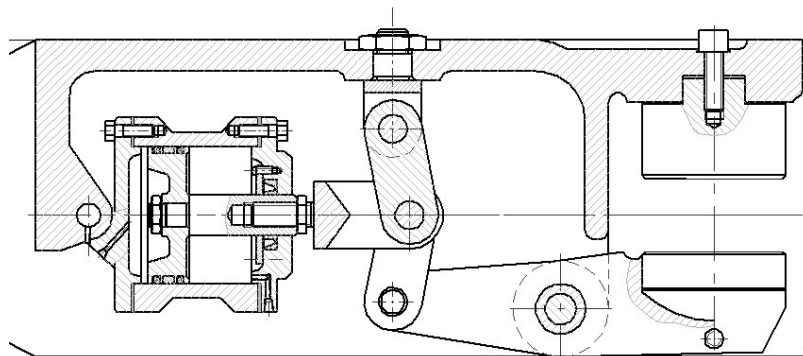


Рисунок 3.2 – Схема силового приводу

Важільна система слугує, як передавальна та має рівні по довжині плечі.

Тоді сила на штокові пневмоциліндра буде визначатися за формулою:

$$Q = 2Wtg(\alpha + \varphi_{np}),$$

де $\alpha = 20^{\circ}$, $\varphi_{np} = 2^{\circ}$.

Тоді: $Q = 2 \cdot 5000 \cdot 0,404 = 4040H$

Визначимо розміри пневмоциліндра з урахуванням, що робоча порожнина штокова за формулою [13]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta} + d^2},$$

де $P = 0,4$ МПа, $d = 16$ мм, $\eta = 0,98$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4040}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,98} + 16^2} = 115,8 \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 120$ мм, діаметр штока 40 мм.

Знайдемо фактичне зусилля на штокові за формулою:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \eta = \frac{3,14(120^2 - 40^2)}{4} 0,63 \cdot 0,98 = 6902H$$

3.1.6 Розрахунок деталей пристрою на міцність

З аналізу конструкції встановлено, що навантаження отримує різьба на штокові.

Розрахунок різьби з'єднання штока на зминання проводимо за формулою [18]

:

$$d_p = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\tau_{зр}]}} \quad (3.6)$$

де $\tau_{зр}$ – допустиме напруження на зріз, $\tau_{зр} = 20$ МПа.

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 6902}{3,14 \cdot 20}} = 20,9 \text{ мм}$$

Вибираємо різьбу М24, чим задовольняємо вимоги міцності вузла.

3.1.7 Опис роботи пристрою

Деталь, при її обробці встановлюється в лещата. Базування деталі проходить по плоских поверхнях та нижньому упору на пластині.

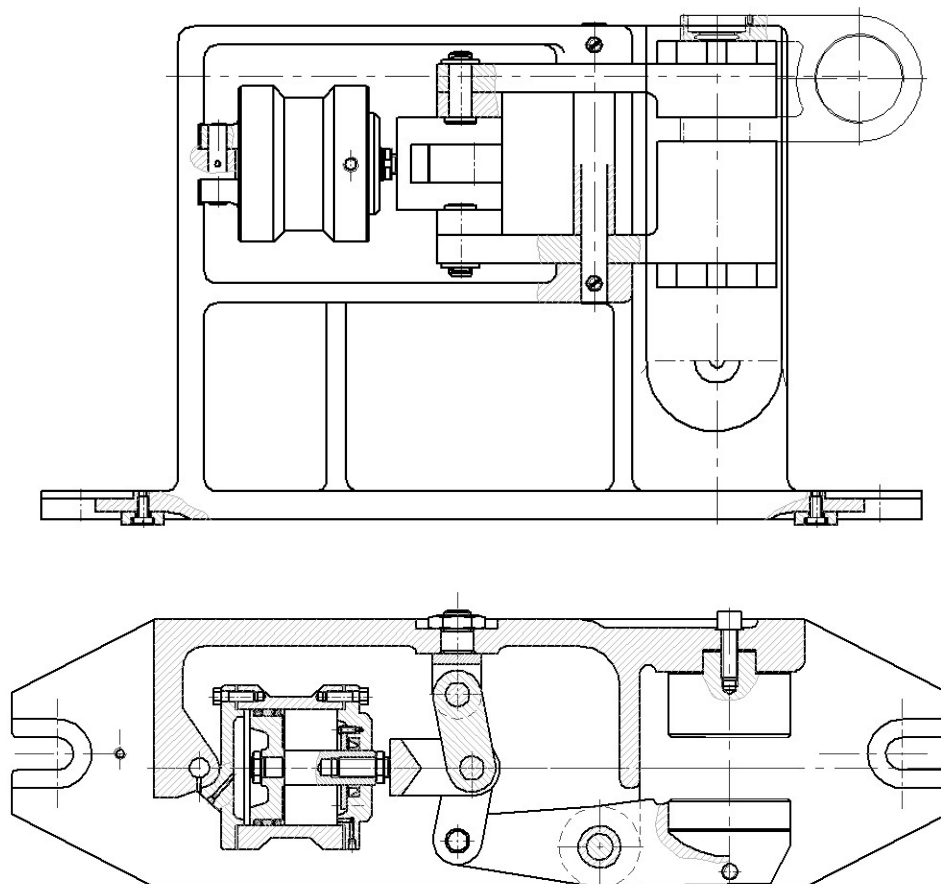


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд пристрою

Пристрій працює наступним чином. Через отвір штуцера, який встановлено в наскрізну кришку пневмоциліндра подається повітря. Поршень (поз. 8), що встановлений на штокові (поз. 9) переміщується вліво і здійснюється через шарнірно важільну систему закріплення деталі за допомогою нижньої губки лещат. Верхня губка лещат закріплена до корпусу пристрою нерухомо. Після здійснення обробки деталі через отвір в глухій кришці пневмоциліндра подається повітря і поршень переміщується вправо звільняючи деталь з лещат.

Основна технічна вимога: витримати перпендикулярність губок пристрою до нижньої площини пристрою не менше ніж 0,01 мм на 100 мм довжини.

3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою

3.2.1 Технічні умови та вимоги, що підлягають контролю

Контрольно-вимірювальний пристрій призначений для контролю перпендикулярності різбового отвору М 124×1,75 до загальної осі двох отворів Ø80Н7.

3.2.2 Вибір схему контролю заданого параметру

Вибираємо схему контролю по [9], що зображена на рис. 3.4

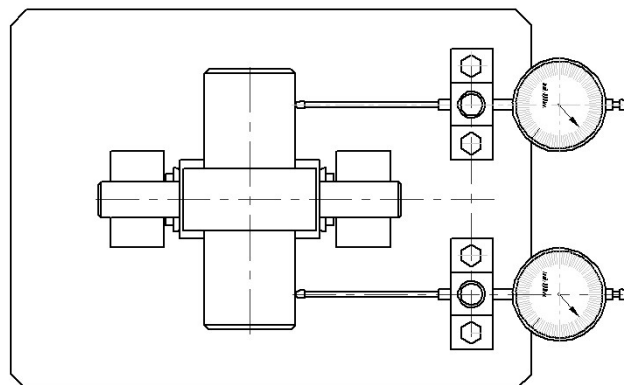


Рисунок 3.4 – Схема контролю

3.2.3 Розрахунок пристрою на точність

Визначаємо допустиму похибку обробки [15]:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot T, \quad (3.7)$$

де T -допуск на контролюємий параметр, $T = 0,05$ мм.

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,05 = 0,015 \text{ мм}$$

Визначаємо фактичну похибку обробки:

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2 + \varepsilon_{\text{прил}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2}, \quad (3.8)$$

де $\varepsilon_{\text{б}}$ – похибка базування деталі, $\varepsilon_{\text{б}} = 0$ (технологічна база співпадає з конструкторською);

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – похибка виготовлення пристрою, $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,007$ мм;

$\varepsilon_{\text{зн}}$ – похибка зношення пристрою, $\varepsilon_{\text{зн}} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{\text{прил}}$ – похибка контрольно-вимірювального приладу:

$$\varepsilon_{\text{прил}} \approx \frac{Ц}{2}, \quad (3.9)$$

де $Ц$ – ціна поділки контрольно-вимірювального приладу.

Для контролю параметрів биття і співвісність вибираємо індикатор годинникового типу ИЧ02 ГОСТ 577 – 68, ціна поділки якого $Ц = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{\text{прил}} \approx \frac{0,01}{2} = 0,005 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{0^2 + 0,007^2 + 0,005^2 + 0,01^2} = 0,013 \text{ мм}$$

Отже фактична похибка обробки не перевищує допустиму $\varepsilon_{\phi} < \varepsilon_{\text{доп}}$.

3.2.4 Принцип роботи пристрою

Контрольована деталь за допомогою двох конусів та оправки базується по двом отворам $\text{Ø}80\text{H}7$. Деталь з конусами і оправкою встановлюється на призму.

В різбовий отвір $\text{M } 124 \times 1,75$ встановлена контрольна оправка.

Відхилення положення осі отвору $\text{M}124 \times 1,75$ контролюється двома індикаторними головками на довжині $L = 250$ мм.

4 Охорона праці

4.1 Забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів

«Забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів здійснюється з метою організації заходів захисту населення і територій від НС техногенного характеру у разі:

- неконтрольованого ввезення, зберігання і використання на території України техногенно-небезпечних технологій, речовин, матеріалів;
- небезпечних наслідків військової та іншої небезпечної діяльності;
- аварій (аварійних ситуацій) на небезпечних об'єктах;
- безпеки від гідротехнічних споруд;
- наявності об'єктів, на яких здійснюються виробництво, зберігання та утилізація вибухонебезпечних предметів;
- терористичної діяльності;
- порушення умов експлуатації на об'єктах життєзабезпечення населення;
- руйнування будівель і споруд з порушенням умов експлуатації.

Забезпечення техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів органами влади здійснюється шляхом:

- збирання та аналітичного опрацювання інформації про аварійні ситуації та аварії техногенного характеру і стан небезпечних об'єктів та небезпечних територій, прогнозування масштабів можливих НС техногенного характеру;
- інформування суб'єктів господарювання, об'єкти яких за результатами прогнозування можуть опинитися в прогнозованих зонах НС техногенного

характеру на небезпечних об'єктах та небезпечних територіях, надання їм інформації про заходи, що здійснюються місцевими органами влади з метою зменшення впливу наслідків НС техногенного характеру під час аварій на відповідних небезпечних об'єктах, про характер і обсяги допомоги, яку може бути надано силами територіальної підсистеми та її ланками ЄСЦЗ;

- включення до галузевих, регіональних та місцевих програм, що розробляються органами влади відповідно до повноважень, заходів із забезпечення техногенної безпеки;
- забезпечення навчання з питань техногенної безпеки посадових осіб органів влади та суб'єктів господарювання, що належать до сфери їх управління;
- створення матеріального резерву для здійснення заходів, спрямованих на запобігання і ліквідацію наслідків НС техногенного характеру та надання термінової допомоги постраждалому населенню;
- вжиття заходів щодо реалізації вимог техногенної безпеки на об'єктах, які можуть створити реальну загрозу виникнення аварій» [19].

4.2 Шляхи і способи підвищення стійкості роботи промислових об'єктів

«Стійкість роботи об'єкта – це здатність його в НС випускати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт уражаючих факторів стихійних лих та виробничих аварій – у мінімально короткі строки відновити своє виробництво.

Стійкість залежить від таких *основних факторів*: розміщення об'єкта відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, військових об'єктів та ін.; природно-кліматичних умов; технології виробництва; надійності захисту працюючих, населення від впливу уражаючих факторів, наслідків стихійних лих і виробничих аварій, катастроф; надійності системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (паливом, мастилами, електроенергією, газом, водою, хімічними засобами захисту рослин, ветеринарними засобами, мінеральними

добривами, запасними частинами, технікою та ін.); здатності інженерно-технічного комплексу протистояти уражаючим факторам НС; стійкості управління виробництвом і заходами ЦЗ; підготовленості керівного складу ЦЗ об'єкта і населення правильно виконувати комплекс заходів ЦЗ; масштабів і ступеня уражаючої дії стихійного лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї; підготовленості об'єкта до ведення АРiНР та відновлення порушеного виробництва.

На основі вивчення факторів, які впливають на стійкість роботи об'єктів, і оцінки стійкості елементів і галузей виробництва до уражаючих факторів ядерної, хімічної і біологічної зброї, стихійних лих і виробничих аварій, необхідно завчасно організувати і провести організаційні, інженерно-технічні й технологічні *заходи для підвищення стійкості роботи.*

Здійснення *організаційних заходів* передбачає завчасну підготовку всіх структур ЦЗ, служб і формувань до НС.

Вжиттям *технологічних заходів* підвищується стійкість роботи об'єктів шляхом змінювання технологічних процесів, режимів, можливих в умовах НС.

Інженерно-технічні заходи мають забезпечити підвищену стійкість виробничих споруд, технологічних ліній, устаткування, комунікацій об'єкта до впливу уражаючих факторів під час НС.

При проведенні цих заходів необхідно враховувати конкретні умови суб'єкта господарювання. Проте є загальні організаційні інженерно-технічні заходи, які мають проводитись на всіх суб'єктах (об'єктах) господарювання.

1. *Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності:*

Створення на об'єкті надійної системи оповіщення про загрозу нападу противника, радіоактивне забруднення, хімічне і біологічне зараження, загрозу стихійного лиха і виробничої аварії» [19].

Організація розвідки і спостереження за радіоактивним забрудненням, хімічним і біологічним зараженням; гідрометеорологічне спостереження за рівнем

води, напрямком і швидкістю вітру, рухом і поширенням хмари радіоактивного забруднення, НХР.

Створення фонду захисних споруд ЦЗ, запасів засобів індивідуального захисту і забезпечення своєчасної видачі їх населенню.

Завчасна підготовка до масової санітарної обробки населення і знезараження одягу, організація взаємодії з установами охорони здоров'я для медичного обслуговування населення у НС.

Підготовка до евакуації населення, розміщеного в зонах можливих руйнувань і катастрофічного затоплення. Завчасна підготовка місць евакуації, організація прийому евакуйованого населення на територію населених пунктів.

Постачання населення продуктами харчування, питною водою, предметами першої необхідності; комунальне побутове обслуговування населення з урахуванням проведення евакуаційних заходів, забезпечення захисту продовольчих запасів.

Навчання населення способам захисту, надання домедичної допомоги, практичним діям в умовах НС, морально-психологічна підготовка населення до виживання.

Забезпечення чіткої інформації про обстановку та дії населення в умовах НС мирного і воєнного часу.

2. Захист цінного й унікального устаткування. Захистити цінне і унікальне устаткування можна завдяки проведенню інженерно-технічних заходів, щоб зменшити небезпеку пошкодження і руйнування цінного й унікального устаткування, верстатів з програмним управлінням, шліфувальних, токарних, розточних, зубофрезерних, пресових станків, автоматичних конвеєрних ліній та іншого устаткування.

Варіантами такого захисту є розміщення зазначеного устаткування в заглиблених приміщеннях, а також використання спеціальних захисних пристосувань, закріплення станків на фундаментах, застосування контрфорсів для підвищення стійкості проти перекидання обладнання» [19].

3. Підвищення стійкості мереж комунального господарства.

«Для забезпечення стійкості роботи об'єктів повинні проводитись інженерно-технічні заходи на мережах комунального господарства з метою захисту джерел тепла із заглибленням у ґрунт комунікацій.

Котельні слід розміщувати в спеціальному окремо розміщеному приміщенні. Якщо об'єкт одержує тепло з міської теплоцентралі, необхідно провести заходи для забезпечення стійкості трубопроводів і розподільних пристроїв, підведених до об'єкта.

Теплова мережа має будуватися за кільцевою системою з прокладанням труб у спеціальних каналах зі з'єднанням паралельних ділянок. Для відключення пошкоджених ділянок мають бути встановлені запірно-регулюючі засувки, вентиля та ін. Ці пристосування необхідно розміщувати в оглядових колодязях, на території, що не завалюється при руйнуванні будівель.

Система каналізації має будуватись окремо: одна для дощових, інша – для промислових і господарських вод. На об'єкті має бути не менше двох виводів з підключенням до міських каналізаційних колекторів, а також виводи і колодязі з аварійними засувками на об'єктових колекторах з інтервалом 50 м на території, що не завалюється, для аварійного скидання неочищеної води в найближчі штучні та природні заглиблення.

На деяких промислових об'єктах є системи для забезпечення технології виробництва: для подання кисню, аміаку, стиснутого повітря та інших рідких і газових реактивів. Для цих систем розробляють заходи для попередження виникнення вторинних факторів зброї, стихійних лих та виробничих аварій і катастроф.

4. Забезпечення стійкості роботи паливно-енергетичного комплексу і водопостачання. Створення резерву енергетичних потужностей за рахунок автономних пересувних електростанцій, а також місцевих джерел електроенергії. Підготовка автономних електростанцій до роботи за спеціальним режимом (графіком) для забезпечення технологічних процесів виробництва, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні» [19].

«З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно установити автоматичну систему відключення при виникненні перенапруги, повітряні лінії електропостачання замінити на підземно-кабельні.

Створення необхідних запасів (резервів) паливно-мастильних матеріалів та інших видів палива й організація їх безпечного зберігання. Щоб не допустити зупинки підприємства через дефіцит палива, необхідно підготуватись для роботи на різних видах палива: нафта, вугілля, газ.

Для підвищення стійкості забезпечення водою слід провести такі заходи. Необхідно створити основні і резервні джерела водопостачання. Як резервне джерело краще мати артезіанську свердловину, яку необхідно підключити до системи водопостачання. Крім того, воду можна брати з близько розміщеної природної водойми або спорудити штучну водойму чи резервуари з обладнанням пристроїв для збору і перекачування води.

Всі ділянки водопостачання повинні бути заглиблені у ґрунт з обладнанням пожежних гідрантів і пристроїв для відключення пошкоджених ділянок. Локальні мережі водопостачання окремих великих підприємств варто з'єднати із загальноміською системою водопостачання в єдине кільце.

Підвищенню стійкості забезпечення водою сприяє подавання води безпосередньо в мережу поза водонапірними баштами, спорудження обвідних ліній для подання води поза пошкодженими спорудами.

Завчасне вжиття заходів захисту вододжерел, водопровідних споруд, свердловин і шахтних колодязів від забруднення радіоактивними речовинами, зараження хімічними і біологічними засобами.

Підготовка меліоративних, гідротехнічних та іригаційних споруд і систем до експлуатації в надзвичайних умовах.

Стійкість роботи автотранспортної та іншої техніки, технологічного обладнання і механізмів. Організація своєчасного оповіщення гаража, технологічного парку, їх керівників, водіїв, механізаторів про загрозу НС.

Підготовка автотранспортної техніки до проведення робіт в умовах радіоактивного забруднення, хімічного біологічного зараження і світломаскування.

Пристосування і використання всіх видів транспортних засобів для евакуації населення і перевезення потерпілих» [19].

«Розробка заходів з метою пристосування автотранспортної, іншої техніки для виконання завдань ЦЗ. Розробка пристосувань і технологічних процесів для відбору потужностей тракторів і автомобілів з метою приведення в дію води до місця споживання зі свердловин, відкритих водойм і шахтних колодязів.

Підготовка всієї техніки для проведення АРiНР у надзвичайних умовах мирного і воєнного часу.

Забезпечення стійкого постачання об'єкта ресурсами. Для забезпечення виробництва продукції необхідні електроенергія, паливо, мастила, засоби захисту рослин, міндобрива, профілактичні й лікувальні препарати ветеринарної медицини, запасні частини, сировина та інші матеріально-технічні засоби. Забезпечення об'єктів цими ресурсами дасть можливість випускати необхідну продукцію в надзвичайних умовах мирного і воєнного часу.

Газ використовується як паливо і на хімічних підприємствах у технологічному процесі. Для безперебійного забезпечення газом, газові мережі необхідно підводити до об'єкта з двох напрямків, які мають бути з'єднані в єдине кільце з обладнанням для можливого дистанційного автоматичного управління й у разі необхідності відключення пошкоджених ділянок.

На великих підприємствах необхідно мати підземні ємності із закачаним резервним газом.

На підприємствах, де використовується пара, необхідно захистити джерела його постачання, заглибити в ґрунт комунікації паропостачання і встановити запірні пристосування.

Запас резервних матеріалів необхідно розраховувати на такі строки роботи підприємства, за які можливе відновлення регулярного постачання.

Передбачити, на випадок перебоїв в постачанні підприємствами-суміжниками, створення місцевих матеріалів, сировини для виготовлення комплектуючих виробів і інструментів силами свого підприємства» [19].

Забезпечення збереження й відновлення будівель і споруд.

«Оцінка можливих ступенів руйнування будівель і споруд господарства, населеного пункту.

Визначення обсягу невідкладних ремонтних робіт, потреби в будівельних матеріалах.

Розрахунок сил і засобів для проведення невідкладних ремонтних та інших робіт, а також знезараження приміщень, виробничих ділянок і території.

Створення і підготовка спеціальних формувань для ремонтно-відновних, будівельних та інших робіт на об'єкті.

При будівництві нових будівель і захисних споруд врахувати вимоги ЦЗ.

Розробка комплексу протипожежних заходів, які б виключали можливість виникнення масових пожеж.

Забезпечення надійності системи управління і зв'язку.

Організація захищеного пункту управління, оснащення його засобами зв'язку, які б дали можливість швидко доводити сигнали ЦЗ до всіх виробничих підрозділів і населення у місцях проживання.

Розробка документів, які регламентують чіткі дії персоналу для забезпечення сталої роботи об'єкта в надзвичайних умовах.

Підготовка необхідного резерву кадрів спеціалістів, механізаторів і керівних працівників для зміни тим, які будуть мобілізовані.

Планування збору даних про обстановку, передачу команд і розпоряджень в умовах впливу на об'єкт уражаючих факторів.

Організація використання радіозасобів, телефонного зв'язку, посильних для зв'язку з віддаленими населеними пунктами, виробничими підрозділами, а також з колонами евакуйованого населення, що перебувають у дорозі, і відповідальними особами, які супроводжують під час евакуації. Забезпечення дублювання ліній і каналів зв'язку.

Для підтримання на високому рівні ЦЗ регулярно проводити підготовку населення, спеціалістів, проводити об'єктові тренування і командні навчання» [19].

5 Висновки

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК. Виконано розрахунки: типу виробництва, собівартості заготовки, припусків, режимів різання, норм часу. На основі аналізу двох варіантів отримання заготовок прийнято рішення, що для даного типу виробництва найбільш економічним буде отримання заготовки з прокату.

В конструкторському розділі виконано розрахунки верстатного пристрою для фрезерування поверхні. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано пристрій для вимірювання перпендикулярності отворів.

В розділі охорони праці приведено дані по забезпеченню техногенної безпеки на небезпечних територіях та у зонах можливого ураження від небезпечних об'єктів.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «корпус», специфікації та керуючу програму на верстат з ЧПК.

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи», «Інструментальне виробництво» денної і заочної форм навчання / В.Д. Каразей, Л.В. Присяжний, Ю.В. Савицький – Хмельницький: ХНУ, 2009. – 110 с.
2. Рудь В. Д. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій /Рудь В. Д., Герасимчук О. О., Маркова Т. П. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2008. 344 с.
3. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.
4. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
5. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.
6. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування. Житомир: ЖДТУ, 2005. 882
7. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009 528 с.
8. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / Юрчишин І.І. та ін. Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
9. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. 386 с.
10. Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залого. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.
11. Данюк В. М., Абрамов В. М. Нормування праці. К.: ВІПОЛ, 1995. 465 с.

12. Кирилович В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ. / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський ; під заг. ред. В. А. Кириловича. Житомир : ЖІТІ, 2001. 600 с.

13. Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.

14. Гордєєв А. І. Урбанюк Є.А., СілінР.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.

15. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т., Гордєєв А. І. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник / За ред. Р.Т. Карпика. Хмельницький: ХДУ, 2003. 222 с., іл.

16. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. К.: «Кондор», 2008. 726с.

17. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.

18. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.

19. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.

20. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка