

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« ____ » _____ 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОРПУСУ НАСОСА 38.001**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Богдан ТИМЧЕНКО

Керівник

Юлія ДЕНИСЕНКО

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

Суми – 2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 65 с., 11 рис., 6 табл., 45 джерел.

Проведено аналіз конструкції та службового призначення шестеренчастого насоса та деталі «Корпус насоса». Проаналізовано технічні вимоги на виготовлення деталі, заводський технологічний процес. Визначено тип виробництва, такт випуску і партія запуску. Обґрунтовано вибір методу отримання заготовки, розроблено структуру механічної операції технологічного процесу виготовлення деталі, призначені технічно обґрунтовані режими різання і норми часу, обґрунтовано застосування засобів технічного оснащення і устаткування, розроблено конструкцію верстатного пристрою з механізованими приводом.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення деталі вал за рахунок впровадження сучасного технологічного оснащення, здатного забезпечити якісну обробку заготовок

Об'єкт розробки - технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» 38.001.

Предмет розробки – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус».

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ,
ЗАГОТОВКА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ІНСТРУМЕНТ

Зміст

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	8
1.1 Аналіз призначення та принцип роботи шестеренчастого насоса.....	8
1.2 Аналіз службового призначення деталі «Корпус насоса» 38.001.....	11
2 Аналіз технічних вимог.....	13
3 Визначення типу виробництва.....	16
3.1 Визначення річної програми випуску деталей.....	16
3.2 Визначення коефіцієнта закріплення операцій.....	16
3.3 Визначення форми організації виробництва.....	19
3.4 Визначення такту випуску.....	20
3.5 Визначення партії запуску.....	20
3.6 Характеристика обраного типу виробництва.....	20
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	22
5 Вибір способу отримання заготовки.....	23
5 Аналіз існуючого технологічного процесу.....	26
6 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус насоса».....	29
6.1 Розрахунок припусків на діаметральні розміри.....	29
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки.....	30
6.3 Вибір металорізального обладнання.....	32
6.4 Обґрунтування вибору пристосувань, ріжучого та мірального інструменту.....	33
6.5 Розрахунок режимів різання.....	35
6.7 Технічне нормування операцій.....	39

					ТМ.17510057.ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу насоса 38.001 Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Тимченко					2	65
Перевір.		Денисенко						
Н. Контр.		Денисенко				СумДУ, гр. ТМ-71		
Затверд.		Іванов						

7	Проектування верстатного пристрою	42
7.1	Уточнення мети операції	42
7.2	Початкові дані.....	42
7.3	Розробка і обґрунтування схеми базування.....	43
7.4	Силовий розрахунок.....	44
7.5	Точнісні розрахунки.....	45
7.6	Опис будови і принципу роботи пристрою	46
	Висновки	48
	Перелік джерел посилань	49
	Додатки.....	53

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПУ. Застосування верстатів з ЧПУ замість універсального устаткування мають істотні особливості, і створює певні переваги:

1. продуктивність верстата підвищується в 1,5 - 5 разів в порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним управлінням;
2. поєднується гнучкість універсального устаткування з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;
3. якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;
4. знижується потреба в кваліфікованих робітниках кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;
5. скорочується час пригоночних робіт в процесі складання, оскільки деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;
6. скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простішому універсальному технологічному оснащенню;
7. знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва.

Розвиток машинобудування, припускає проектування технологічних процесів із застосуванням обчислювальної техніки і математичне моделювання процесів механічної обробки, використання верстатів з числовим програмним управлінням і створення гнучких автоматичних систем

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

на основі використання ЕОМ, автоматизація міжопераційного транспорту, контролю, техніки.

При конструюванні виробів використовуються системи проектування: Компас-3D, SolidWorks.

Остаточний розвиток прогресивного устаткування - безлюдне виробництво, що забезпечує точніше і якісніше виготовлення продукції, що дозволяє працювати з максимальною продуктивністю праці.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ

1.1 Аналіз призначення та принцип роботи шестеренчастого насоса

Шестеренний насос відносять до виду об'ємних роторних гідромашин. Шестеренний насос - це роторний насос з робочим органом у вигляді двох шестерень. Так само як і інші види об'ємних роторних гідромашин ця машина принципово може працювати як в режимі насоса, так і в режимі гідромотора. У тому випадку, якщо до валу гідромашини прикладається обертальний момент, то машина працює в режимі насоса. Якщо на вхід гідромашини подається під тиском робоча рідина, то з вала знімають крутний момент, і машина працює в режимі гідромотора.

Широке поширення дані насоси отримали при роботі з в'язкими продуктами, такими як різні типи нафтопродуктів, масла, палива і т.д. Виділяють два основних типи шестерних насосів: насоси з зовнішнім зачепленням і насоси з внутрішнім зачепленням.

Шестерні насос із зовнішнім зачепленням часто використовує в якості мастильних насосів в верстатах, в силовому обладнанні та в якості масляних насосах в різних типах двигуна.

Конструкція шестеренчастого насоса з зовнішнім зачепленням.

Робочими органами даного насоса є шестерні, які знаходяться в постійному зачепленні. Шестерні в насосі можуть розташовуватися, як в один ряд так і в два. Зуби шестерень мають різні форми:

- прямозуба циліндрична форма
- косозуба циліндрична форма
- шевронна шестерня

Косозубі і шевронні шестірні забезпечують найбільш плавний потік, ніж прямозубі. Хоча у всіх зазначених типів рідина перекачується досить гладко, без пульсацій. На великі продуктивності частіше використовують косозубі і шевронні колеса.

									Арк
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510057.ПЗ

Шестерні насоси з невеликою продуктивністю зазвичай працюють на швидкості 1750 або 3450 об/хв. У насосів з великим типорозміром шестерні обертаються зі швидкістю близько 650 об/хв.

Між робочими органами насоса і корпусом практично немає зазорів. Вал насоса підтримується з обох сторін. Все це дозволяє виробити шестерні насоси високого тиску до 200 бар. Тому насоси широко застосовуються в гідравлічних системах

Будову насоса представлено на рисунку 1.1. В конструкції шестерневого насоса з зовнішнім зачепленням можна виділити наступні основні елементи:

- 1) Ведуча шестерня;
- 2) Віддома шестерня;
- 3) Вал насоса, з'єднаний з приводом;
- 4) Система ущільнення вала;
- 5) Задній підшипник (втулка);
- 6) Передній підшипник (втулка).

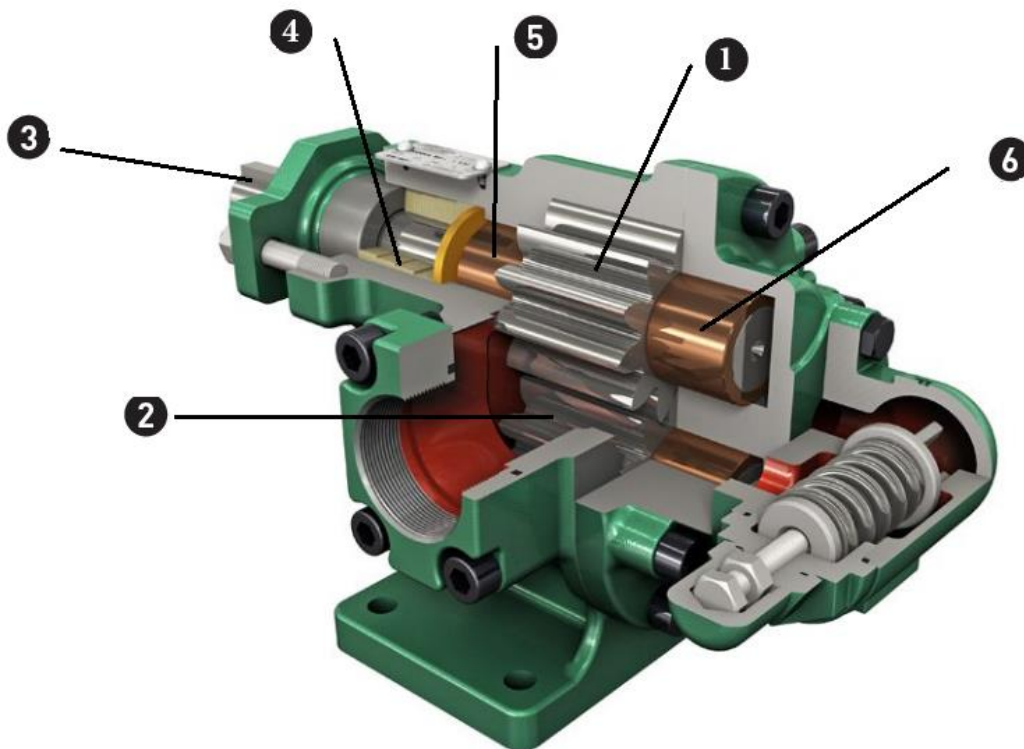


Рисунок 1.1 – Схема шестерневого насоса з зовнішнім зачепленням

									Арк
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510057.ПЗ

Принцип роботи шестеренчатого насоса з зовнішнім зачепленням.

При отриманні оберտального руху від приводу насоса, ведуча шестерня передає цей рух відомою. Шестерні обертаються відповідно в протилежні сторони.

Коли шестерні виходять із зачеплення вони створюють розрядження з всмоктуючої сторони насоса. Перекачується рідина тече в утворену порожнину і захоплюється зубами шестерні. Рідина переміщається в кишнях між зубами, уздовж внутрішньої частини корпусу насоса. Між самими шестернями рідина не проходить.

Завдяки зачеплення зубів шестерних коліс рідина під тиском виштовхується в напірний патрубок насоса.

Перевагами, описаних раніше насосів, є:

- простота конструкції;
- висока надійність в порівнянні з іншими насосами;
- низька вартість;
- здатність працювати при високій частоті обертаня;
- тому їх можна з'єднувати безпосередньо з валами теплових або електричних двигунів;
- висока надійність при роботі зі сплавами полімерів.

Однак у таких насосів існують недоліки:

- нерегульованість робочого об'єму;
- нездатність працювати при високому тиску;
- або: високі вимоги до матеріалів приготувань деталей зносу.
- висока вимогливість до якості приготувань шестерень і пластин, що утворюють корпус;
- дворазові зміни напрямку руху рідини в насосі знижує ККД.

Шестерні насоси широко застосовуються в сфері перекачування високов'язких рідин з температурою до 250 °С, наприклад, такі рідини як харчові масла, жири, шоколадна маса, лаки, фарби, нафтопродукти, побутова

										ТМ.17510057.ПЗ	Арк
											10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

1.2 Аналіз службового призначення деталі «Корпус насоса» 38.001

Корпус 38.001 є базовою деталлю всього насоса, до якої приєднуються при складанні інші деталі. Ескіз корпусу з позначенням поверхонь представлено на рисунку 1.1

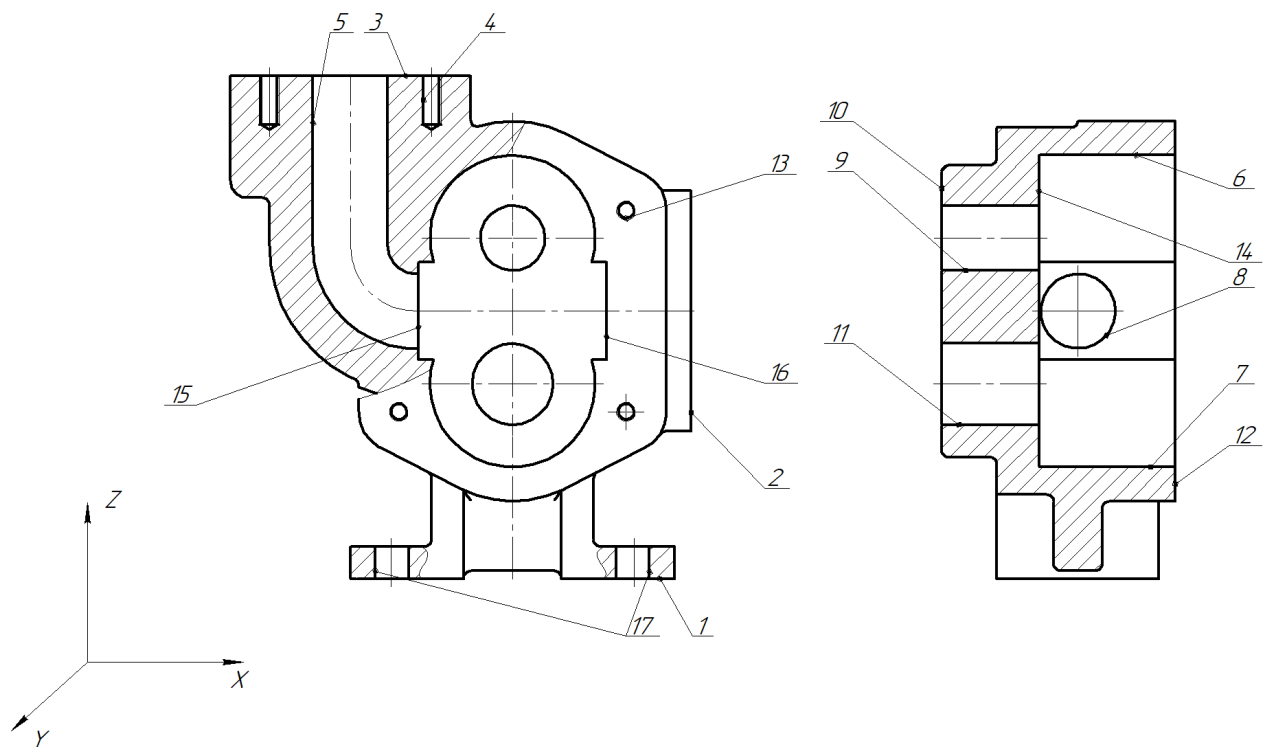


Рисунок 1.1 – Нумерація поверхонь деталі

Поверхня 1 – площина, яка є основною конструкторською базою для всього насоса. По цій поверхні насос встановлюється в агрегаті при складанні.

Поверхня 2 – площина, яка є допоміжною конструкторською базою. По цій поверхні до корпусу насоса приєднується патрубок підведення робочої рідини до насоса.

Поверхня 3 – площина, яка є допоміжною конструкторською базою. По цій поверхні до корпусу насоса приєднується патрубок відведення робочої рідини від насоса.

Поверхня 4 – різеві кріпильні отвори, які є допоміжною

									Арк
									11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

конструкторською базою. В ці отвори закручуються гвинти, які фіксують до корпусу насоса патрубки підведення і відведення робочої рідини.

Поверхня 5 – криволінійний отвір площина, який є робочою поверхнею. Є каналом для відведення робочого середовища під тиском з насоса.

Поверхні 6, 7, 14 – два глухих отвори з днищем, які є допоміжними конструкторськими базами. По цих поверхнях встановлюються робочі шестерні насоса і вони обмежують його робочу порожнину.

Поверхні 9, 11 – два наскрізних отвори, які є допоміжними конструкторськими базами. По цих поверхнях встановлюються вал та вісь насоса.

Поверхня 17 – два отвори в основі, які є основною конструкторською базою для всього насоса. По цій поверхні насос встановлюється в агрегаті при складанні.

Інші поверхні насоса є допоміжними та призначені для формування його форми та розмірів.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ

Креслення деталі «Корпус» 38.001 виконано у масштабі 1:1, що дає чітке подання про конструкцію деталі, взаємозв'язку його поверхонь і дозволяє розмістити необхідні проекції й розрізи відповідно до вимог ЄСКД. На зображенні корпусу є необхідні розміри з позначенням граничних відхилень, а в технічних вимогах застережені допуски незазначених граничних відхилень. Однак, кріпильні отвори, такі як М6 не координовані щодо базових площин або отворів.

Вимоги відносно точності виконання розмірів відповідають допускам, установленим квалітетами, і є економічно й технологічно досяжними. Так, виконання отвору $R25,5^{(+0,025)}$, що відповідає 7 квалітету й 2 класу точності, досягається обробкою на токарних або розточувальних верстатах нормальної точності, а призначений для отвору $\varnothing 25$ допуск, рівний 62 мкм, застосовується в невідповідальних з'єднаннях із зазором, що цілком виправдано. Жорсткий допуск 0,1 на міжосьову відстань базових отворів і відстань основи корпусу забезпечує правильність складання вузла й працездатність усього насоса в цілому. Дану точність розташування осей отворів можна одержати на розточувальних верстатах. Прийняті по 14 квалітету граничні відхилення лінійних розмірів, не зв'язаних жорсткими розмірними ланцюгами, задовольняють умовам виготовлення й експлуатації машини.

Позначення різьблень відповідає ДСТ 24705-81 на метричні різі. Різьблення М6-7Н відносяться до середнього класу точності, призначеного для загального застосування. ДСТ 16093-81 рекомендує дані поля допусків для посадок із зазором. Конструктором призначені граничні відхилення розташування поверхонь, такі як паралельність осей базових отворів і основи корпусу, перпендикулярність отворів $\varnothing 25H7$ і $\varnothing 20$, рівні відповідно 10 мкм і 50 мкм. Для отворів R25.5 при нормальній геометричній точності ступінь точності розташування 6, тоді по рекомендаціях [1] допуск паралельності

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

дорівнює 16 мкм.

Аналогічно допуск перпендикулярності 50 мкм відповідає 8 ступеню точності, що рекомендується для деталей середньої точності й відповідає службовому призначенню деталі. Граничні відхилення форми й розташування інших поверхонь особливо не застережені, тобто вони обмежуються полем допуску на розмір, що цілком достатньо за умовами експлуатації. Призначені параметри шорсткості поверхонь погоджено з вимогами службового призначення й досяжні раціональними методами обробки. Так, по [1,табл.6.11] для посадкових поверхонь 7 квалітету точності із тривалим збереженням посадки рекомендована шорсткість $Ra=0,63$, а для отворів 9 квалітету діаметром 18-36 мм - $Ra=2,5$. Але для отворів $\varnothing 25$ мм і $\varnothing 14$ мм, які не є посадковими, можна прийняти більш високу шорсткість $Rz40$. Це не відіб'ється на технологічних характеристиках деталі, але знизить вартість обробки. Довідкова література [1,табл.6.10] для нарізних сполучень із полем допуску 7H і 8g рекомендує $Ra=2,5-1,25$ (для сталевих деталей).

Матеріалом для виготовлення деталі служить сірий чавун СЧ18. Хімічний склад та механічні властивості наведено в таблиці 2.1,

Таблиця 2.1 – Хімічний склад і механічні властивості

Хімічний склад, %						Механічні властивості		
C	Si	Mn	S	P	Fe	Вид лиття	σ_B , МПа	НВ, кгс/мм ²
3,1-3,6	1,4-2,4	0,5-1,1	$\leq 0,12$	$\leq 0,45$	залиш.	у землю	180	150

Чавун - порівняно дешевий конструкційний матеріал. Він набув широкого поширення практично у всіх галузях машинобудування завдяки цінним ливарним і технологічними властивостями. Застосовується для виготовлення виливків блоків циліндрів в автомобілебудуванні; підстав верстатів, санчат, столів в верстатобудуванні; зубчастих коліс, рам редукторів, муфт зчеплення, парових циліндрів і інших середньонавантажених

									Арк
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510057.ПЗ

деталей в хімічному машинобудуванні; виливків деталей трубопровідної арматури і приводних пристроїв до неї; виливків деталей гірничо-металургійного устаткування; частин литих з'єднувальних для трубопроводів.

Недоліком цього матеріалу є погана зварюваність.

Для корпусу шестеренчастого насоса важливими експлуатаційними характеристиками є зносостійкість та герметичність.

Зносостійкість сірого чавуну залежить перш за все від його структури і твердості. Чим менше загальна кількість графіту і розміри графітових включень, тим більшою зносостійкістю володіє чавун. Наявність фериту в структурі виявляється корисним тільки при порівняно м'якому контртіло, при малих тисках і швидкостях, в умовах тертя качення при безперервному односторонньому обертанні, а також при можливій перекося пари, що треться в процесі підробітки. У більшості випадків значні переваги має перлітна структура, особливо при терті ковзання і зворотно-поступальному русі.

У переважній більшості випадків зносостійкість знаходиться в прямій залежності від твердості чавуну і підвищується з ростом твердості останнього. Особливо високу твердість повинні мати деталі, що працюють в умовах ударно-абразивного зносу. Зносостійкість сірого чавуну може бути істотно підвищена за рахунок застосування легування.

Герметичність оцінюють за швидкістю витоку, падіння тиску або по граничним параметрам (товщина стінки, тиск), при яких виявляються протічки.

Вимоги герметичності пред'являються до чавунних деталей, які працюють під тиском рідини або газу. Тиск рідини може бути дорівнює атмосферному (картери, відкриті резервуари). Високою герметичністю повинні володіти виливки насосів і компресорів, трубопроводів, арматури, гальмівний пневматики, гідроприводів і ін.

Основним фактором, що визначає герметичність виливків, є наявність раковин і мікропористості. Головну роль грає «транзитна», тобто сполучна між собою мікропористість.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

Визначення типу виробництва здійснюється розрахунковим методом, за методикою [9], що встановлена ДСТ 14.004-83. Відповідно до цієї методики тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$.

Вихідними даними для цього є річна програма випуску, що становить 500 шт. і норми штучного часу по заводському технологічному процесу.

3.1 Визначення річної програми випуску деталей

Річна програма випуску деталей:

$$N_p = N \cdot m + \beta = 500 \cdot 1 + 0 = 500, \quad (3.1)$$

де $N=500$ шт – річна програма випуску виробів, відповідно до завдання;

$m=1$ шт – загальна кількість розглянутих деталей у виробі;

$\beta=0$ – запланована кількість запасних частин.

3.2 Визначення коефіцієнта закріплення операцій

Критерієм для визначення фактичного на підприємстві типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій – $K_{з.о.}$, який характеризується співвідношенням кількості технологічних операцій, з яких складається технологічний процес виготовлення деталі, до кількості задіяних в ньому робочих місць. Для цього використовуємо формулу [9]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3.2)$$

де $\sum O$ – сумарна кількість технологічних операцій;

$\sum P$ – сумарна кількість робочих місць, на яких виконуються технологічні операції.

Визначаємо штучно-калькуляційний час $T_{ш-к}$ для кожної операції.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Штучно-калькуляційний час ми беремо з базового технологічного процесу й заносимо в таблицю 3.1.

Кількість технологічних операцій в базовому технологічному процесі – 7 шт.

Норма трудомісткості технологічних операцій:

1. Горизонтально-фрезерна - 22,7 хв;
2. Горизонтально-фрезерна - 14,6 хв;
3. Вертикально-фрезерна - 12,2 хв;
4. Радіально-свердлильна - 4,2 хв;
5. Радіально-свердлильна - 6,9 хв;
6. Горизонтально-розточна - 20,7 хв;
7. Горизонтально-розточна - 6,3 хв;

Розраховуємо необхідну кількість верстатів для кожної операції по формулі [9]:

$$m_p = \frac{N_p \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.ср.}}, \quad (3.3)$$

де $F_d=4015$ год – дійсний річний фонд часу роботи обладнання [9];

$\eta_{з.н.ср.}=0,8$ – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження встаткування [9, с. 20].

Для першої технологічної операції №005 «Горизонтально-фрезерна» розрахункова кількість верстатів дорівнює:

$$m_p = \frac{500 \cdot 22,7}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,059 \text{ шт.}$$

Для знаходження кількості робочих місць P виконуємо округлення до найближчого більшого цілого від отриманого розрахункового значення m_p : $P=1$. Отримані аналогічним чином результати розрахунку для всіх інших операцій механічної обробки зводимо до таблиці 3.1.

Далі виконуємо визначення фактичного коефіцієнту завантаження обладнання.

									Арк
									17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

На першій технологічній операції значення фактичного коефіцієнту завантаження обладнання дорівнює:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} = \frac{0,059}{1} = 0,059. \quad (3.4)$$

Отримані аналогічним чином результати розрахунку для всіх інших операцій механічної обробки зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

Номер операції	Найменування операції	Тш-к, хв.	m _p , шт	P, шт	η _{з.ф.}	O, шт
005	Горизонтально-фрезерна	22,7	0,059	1	0,059	13,56
010	Горизонтально-фрезерна	14,6	0,038	1	0,038	21,05
015	Вертикально-фрезерна	12,2	0,032	1	0,032	25
025	Радіально-свердлильна	4,2	0,011	1	0,011	72,73
035	Радіально-свердлильна	6,9	0,018	1	0,018	44,4
040	Горизонтально-розточна	20,7	0,054	1	0,054	14,81
045	Горизонтально-розточна	6,3	0,016	1	0,016	50
	Усього	87,6	–	7	–	241,55

Розраховуємо кількість технологічних операцій, що виконуються на одному робочому місці, шт:

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{0,059} = 13,56. \quad (3.5)$$

Отримані аналогічним чином результати розрахунку для всіх інших операцій механічної обробки зводимо до таблиці 3.1.

Визначаємо ΣP, ΣO, ΣT_{ш-к} й результати розрахунків заносимо в таблицю 3.1.

Значення фактичного коефіцієнту закріплення операцій визначаємо за

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

формулою (3.1):

$$K_{3.0.} = \frac{241,55}{7} = 34,51$$

Порівнюючи розраховане значення коефіцієнта закріплення операцій з нормативними ($20 < K_{3.0.} < 40$) визначаємо, що він відповідає дрібносерійному типу виробництва [9].

3.3 Визначення форми організації виробництва

Визначаємо величину добового випуску деталей:

$$N_{доб} = \frac{N_p}{c} = \frac{500}{253} = 1,976, \quad (3.6)$$

де $c = 253$ – запланована кількість робочих днів в поточному році [9].

Розраховуємо величину добового фонду робочого часу обладнання, хв:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_o}{253} = \frac{60 \cdot 4015}{253} = 952,2. \quad (3.7)$$

Визначаємо середню трудомісткість технологічних операцій механічної обробки, хв:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ш-к}}{n} = \frac{87,6}{7} = 12,51, \quad (3.8)$$

де $n=7$ – кількість технологічних операцій.

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q_{доб} = \frac{F_{доб}}{T_{cp}} \cdot 0,6 = \frac{952,2}{12,51} \cdot 0,6 = 45,7. \quad (3.9)$$

При виконанні порівняння $N_{доб} = 1,976 < Q_{доб} = 45,7$ можна побачити, що величина добового випуску деталей є набагато меншою в порівнянні з добовою продуктивністю потокової лінії при умові її завантаження на 60%, таким чином застосовувати одноменклатурну поточкову лінію недоцільно.

									Арк
									19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

3.4 Визначення такту випуску

При визначенні такту випуску деталей користуємося формулою [9]:

$$\tau = \frac{60 \cdot F_{год}}{N_{год}} = \frac{60 \cdot 4015}{500} = 481,8, \text{ хв}, \quad (3.10)$$

3.5 Визначення партії запуску

$$N_{пар.р.} = N_{сут} \cdot a = 1,976 \cdot 21 = 41,496,$$

де $a = 21$ день – періодичність запуску партії деталей у виробництво [9].

Розмір партії запуску деталей приймаємо в кількості 42 шт.

3.6 Характеристика обраного типу виробництва

При дрібносерійному виробництві, деталі виробляються партіями, які регулярно повторюються через відносно тривалі проміжки часу. Дрібносерійне виробництво - багатомономенклатурне. Дрібносерійне виробництво характеризується виконанням на багатьох робочих місцях досить великої кількості періодично повторюваних операцій. Об'єм випуску при такому виробництві може змінюватися від десятків до декількох тисяч виробів у рік.

Як правило, у даному типі виробництва застосовується універсальне обладнання, але в обґрунтованих випадках знаходить застосування також спеціалізоване й спеціальне обладнання. Застосовується обладнання зі ЧПК.

Технологічне обладнання розміщується за технологічними групами з урахуванням напрямку основних вантажопотоків. Застосовуване оснащення - у більшості випадків універсальне, однак, в особливих випадках створюється

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високопродуктивне спеціальне оснащення; при цьому доцільність його застосування повинне бути попередньо обґрунтоване техніко-економічним розрахунком. Велике поширення має універсально-збірне, переналагоджуване технологічне оснащення, що дозволяє істотно підвищити коефіцієнт оснащеності виробництва. Як заготовки використовується гарячий і холодний прокат, лиття в землю, кування на молотах і на пресах. В обґрунтованих випадках знаходить застосування точні виливки, штампування, спеціальний прокат.

Необхідна точність розмірів досягається як методами автоматичного одержання розмірів (на верстатах з ЧПК), так і методами пробних ходів і промірів із частковим застосуванням розмітки (на універсальному устаткуванні).

Середня кваліфікація робітників вище, ніж у масовому виробництві, але нижче чим в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, що працюють на складному універсальному устаткуванні використовується праця робітників-операторів, що працюють на верстатах з ЧПК. При складанні деталей у складальні одиниці може забезпечуватися повна, неповна, групова взаємозамінність, але в переважній більшості випадків застосовується компенсація розмірів і пригін по місцю.

Характеристика предметної форми організації виробництва.

При предметній формі організації роботи верстати розташовуються в послідовності технологічних операцій для однієї або декількох, що вимагають однакового порядку обробки. У тій же послідовності утворюється й рух деталей. Деталі обробляються на верстатах партіями; при цьому час виконання операції на окремих верстатах може бути не погоджений з іншими верстатами. Виготовлені деталі під час роботи зберігають біля верстатів і потім транспортують цілою партією. Деталі, що очікують надходження на наступний верстат для виконання чергової операції, зберігають або біля верстатів, або на спеціальних площадках між верстатами, на яких виконується контроль деталей.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Оцінка технологічності конструкції може бути двох видів: якісної та кількісної.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальненої на підставі досвіду виконавця й виконується як попередня. Якісну оцінку роблять по матеріалу, геометричній формі, якості поверхонь, по проставлянню розмірів і можливих способів одержання заготовки.

Деталь являє собою тіло призматичної форми із двома циліндричними порожнинами. Більшість поверхонь простої форми, досить розвинені й легко доступні, що дозволяє застосувати широко розповсюджені високопродуктивні методи обробки.

Деталь «Корпус насоса» має високу твердість, розвинені поверхні, які можна використовувати як технологічні бази. Це приводить до мінімальних деформацій під дією сил різання й закріплення.

До нетехнологічних елементів на деталі можна віднести:

1. внутрішні циліндричні глухі отвори R25,5, що мають точність по 7 квалітету. Особливо складно буде забезпечити необхідне конструктором плоске дно цих отворів;
2. наявність на поверхнях деталі великої кількості дрібних (у порівнянні з розмірами деталі) елементів, таких як отвори з різьбленням М6;

У цілому, деталь «Корпус насоса» є досить технологічною і зручною для виконання механічної обробки та дозволяє застосовувати високопродуктивні методи механічної обробки.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ

Для розрахунку використовуємо наступні початкові дані:

Маса деталі q , кг	3,62
Матеріал деталі	СЧ18
Задана програма випуску деталей на рік, N , шт	500

З урахуванням початкових даних, можна розглянути два наступні варіанти отримання вихідної заготовки, у яких операціями виготовлення, що відрізняються, є:

- а) відливання в піщано-глинисті форми;
- б) відливання в металеві форми – кокілі.

Порівняння основних показників цих технологічних методів отримання заготовки наведено в таблиці 5.1.

Ескіз заготовки представлено на рисунку 5.1.

Довідкові дані й порядок розрахунку приймаємо по рекомендаціях [9].

Таблиця 5.1 – Дані для розрахунку вартості заготовки по варіантах

Найменування показника	Варіант 1	Варіант 2
Вид заготовки	виливок в піщані форми	виливок в кокіль
Клас точності	3	2
Група складності	3	3
Маса заготовки Q	4,2	4,1
Вартість 1 т. заготовок, прийнятих як база C , грн	12000	18000
Вартість 1 т. відходів S_v , грн	2200	2200

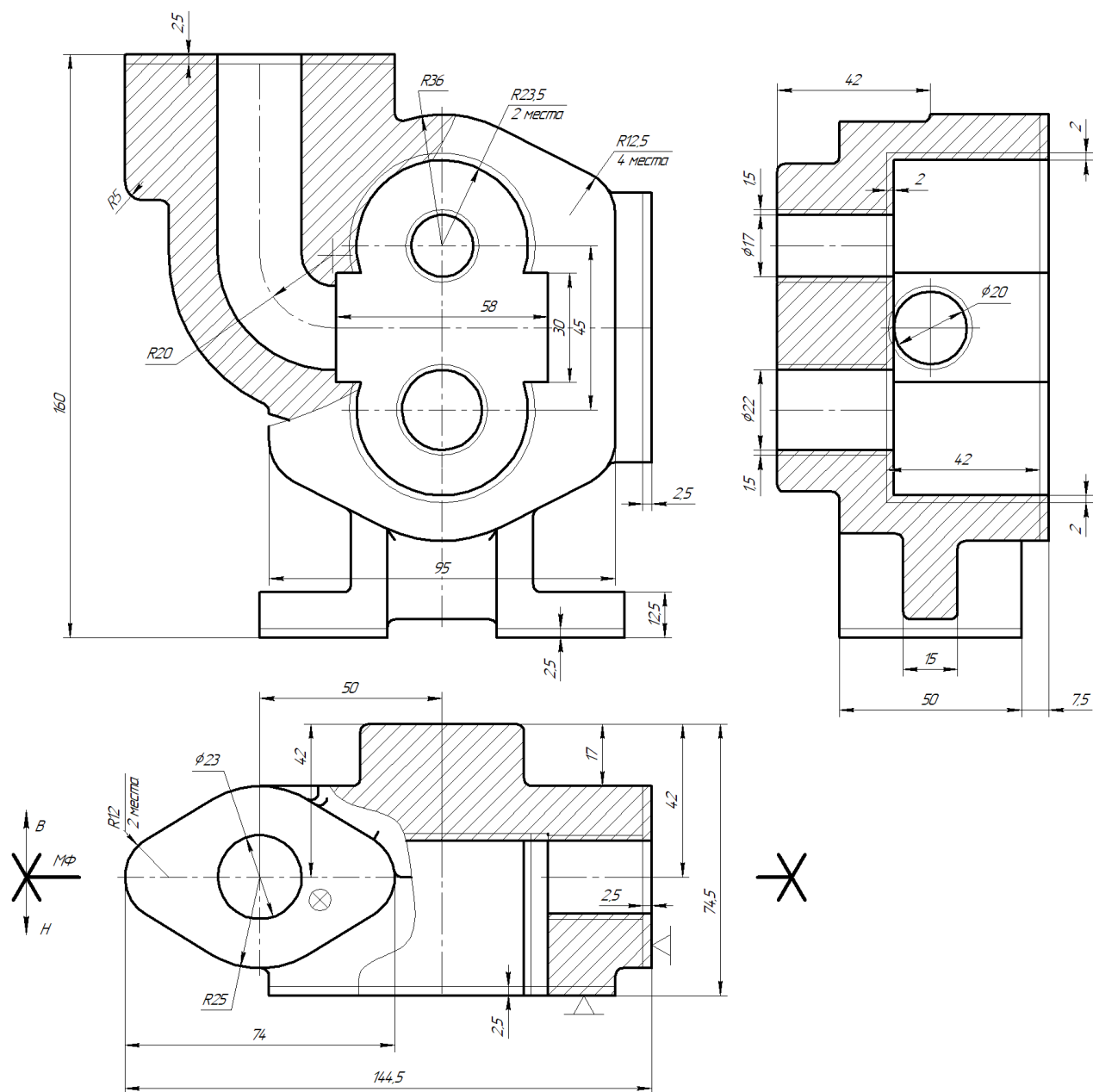


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Вартість заготовки у 1 варіанті:

$$S_{\text{заг}} = ([C/1000] \cdot Q \cdot K_T \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_{\Pi}) - (Q-q)S_B/1000, \quad (5.1)$$

де $K_T = 1,1$ – коефіцієнт точності;

$K_C = 1,2$ – коефіцієнт складності;

$K_B = 0,98$ – коефіцієнт ваги;

$K_M = 1,0$ – коефіцієнт на матеріал;

$K_{\Pi} = 1,5$ – коефіцієнт на програму випуска.

						<p>TM.17510057.ПЗ</p>	Арк
							24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$S_{\text{заг1}} = ([12000/1000] \cdot 4,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1,5) - (4,2 - 3,6) \cdot 2200/1000 = 169,76 \text{ грн}$$

Вартість заготовки при використанні 2 варіанта:

$$S_{\text{заг2}} = ([18000/1000] \cdot 4,1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 2) - (4,1 - 3,6) \cdot 2200/1000 = 270,69 \text{ грн,}$$

де $K_T = 1,1$; $K_C = 1,3$; $K_B = 0,95$; $K_M = 1,0$; $K_{II} = 2,0$ – значення коефіцієнтів.

Визначаємо річну економію при використанні 1-го варіанта за формулою:

$$E = (S_{\text{заг2}} - S_{\text{заг1}}) \cdot N = (270,69 - 169,76) \cdot 500 = 50465 \text{ грн.} \quad (5.2)$$

Наведений розрахунок демонструє, що економічно доцільним для використання є перший спосіб отримання заготовки, тобто лиття в пісчано-глинисті форми. Використання технологічно більш складного методу отримання заготовки буде доцільним при суттєвому збільшенні виробничої програми.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

На підприємстві деталь «Корпус насоса» виготовляється за наступним технологічним процесом.

Операція №005 «Горизонтально-фрезерна». Виконується на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 6P80Г. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються верстатні лещата з ручним приводом. На операції виконується однократне остаточне фрезерування нижньої основи деталі. В подальшому ця поверхня використовується як технологічна база.

Операція №010 «Горизонтально-фрезерна». Виконується на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 6P80Г. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним приводом. На операції виконується чорнове та чистове фрезерування бічних площин корпусу 2 та 12.

Операція №015 «Вертикально-фрезерна». Виконується на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6P11. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним приводом. На операції проводиться фрезерування верхньої площини 3 для приєднання випускного патрубку.

Операція №020 «Розмічальна». Виконується розмітка осей отворів $\varnothing 5$ (під різь М6), розташованих у верхній частині деталі.

Операція №025 «Радіально-свердлильна». Виконується на радіально-свердлильному верстаті моделі 2M55. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним приводом. На операції проводиться свердління отворів $\varnothing 5$ (під різь М6), розташованих у верхній частині деталі.

Операція №030 «Розмічальна». Виконується розмітка осей отворів $\varnothing 14$ і $\varnothing 6$, розташованих в нижній частині деталі.

Операція №035 «Радіально-свердлильна». Виконується на радіально-

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

свердлильному верстаті моделі 2М55. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним приводом. На операції проводиться свердління отворів $\varnothing 14$ і $\varnothing 6$, розташованих в нижній частині деталі.

Операція №040 «Горизонтально-розточна». Виконується на горизонтально-розточувальному верстаті моделі 2М615. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним приводом. На операції проводиться чорнове розточування робочої порожнини корпусу, та двох отворів $\varnothing 25$ на $\varnothing 20$ мм.

Операція №045 «Горизонтально-розточна». Виконується на горизонтально-розточувальному верстаті моделі 2М615. В якості верстатного пристрою для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним приводом. На операції проводиться напівчистове та чистове розточування робочої порожнини корпусу та двох отворів $\varnothing 25$ на $\varnothing 20$ мм.

Операція №050 «Слюсарна». Проводиться нарізування кріпильних різьб в отворах деталі.

Операція №055 «Контрольна». Виконується повний технічний контроль на відповідність деталі вимогам креслення.

В цілому технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» складається з 11 операцій, в тому числі:

- механічних - 7
- розмічальних - 2
- слюсарних - 1
- контрольних - 1

Це говорить про високий ступінь механізації технологічного процесу.

Обладнання, що використовується відноситься до універсального, з ручним керуванням, що відповідає обраному типу виробництва. У той же час, при реалізації обробки виникають труднощі з забезпеченням необхідної точності виготовлення деталі.

Структура механічних операцій складена таким чином, що не дозволяє

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в повній мірі реалізувати принцип концентрації обробки. Це суперечить рекомендаціям для одиничного і дрібносерійного виробництва.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КОРПУС НАСОСА»

6.1 Розрахунок припусків на діаметральні розміри

Для розрахунку величин міжопераційних розмірів та припусків для обробки наскрізного отвору з діаметральним розміром $\varnothing 25H7$ застосовуємо програмне забезпечення кафедри ТМВІ для ЕОМ.

Для розрахунок величин припусків виконуємо збір вихідної інформації, яку заносимо до табл. таблиці 6.1. В цю таблицю записуємо в послідовності виконання технологічних операцій по обробці отвору $\varnothing 25H7$ всі значення для кожного елемента припусків [1, табл.27].

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку припусків на обробку отвору $\varnothing 25H7$.

Назва технологічного перехід	Складові елементи припуску, мкм			
	Rz	T	ρ	ε
Заготовка	160	240	465	-
Зенкерування	80	40	24	580
Попереднє розгортання	10	20	1	26,8
Остаточне розгортання	5	5	-	-

Отримані значення заносимо в ЕОМ при розрахунку.

Отримані в наслідок розрахунку результати представлено в додатку Б.

Будуємо схему взаємного розташування полів допусків та припусків, яку наведено на рис 6.1.

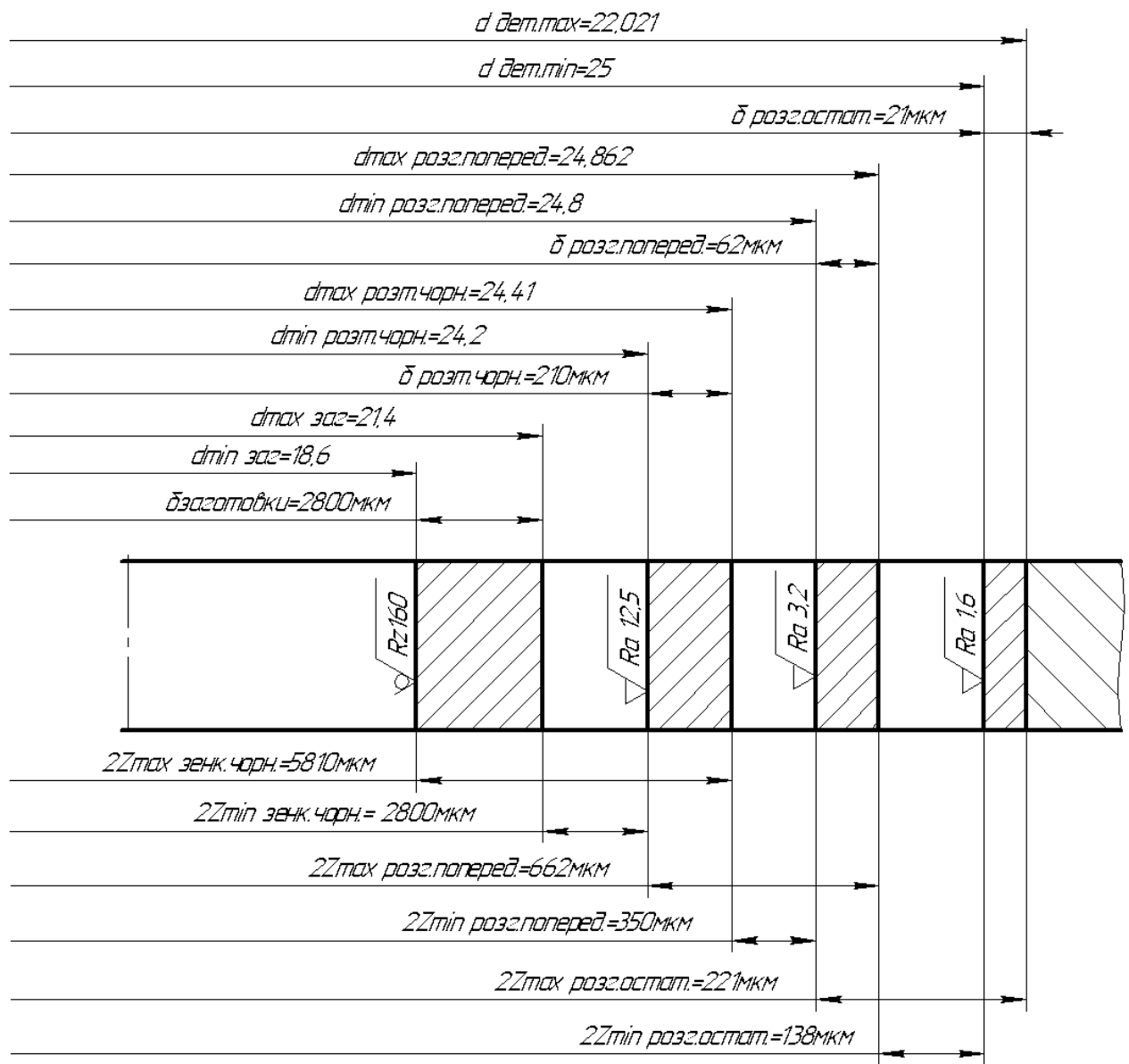


Рисунок 6.1 - Схема взаємного розташування полів припусків та допусків для отвору розміром $\varnothing 25H7$.

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки

Операція №005 «Горизонтально-фрезерна».

На першій операції технологічного процесу виконується обробка нижньої опорної площини деталі «Корпус насоса» (пов. 1, рис. 1.2) та бокової та верхньої площин примикання патрубків (пов. 2, 3, рис. 2.1). Для закріплення деталі використовуються універсальні верстатні лещата з ручним

									Арк
									30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510057.ПЗ

приводом. В якості ріжучого інструменту використовується торцева фреза.

В якості технологічних бази на операції використовуємо поверхні, які в готовому виробі є найбільш відповідальними, а саме: бічну поверхню (пов. 12, рис. 1.2) та два глухих отвори (пов. 6, 7, рис. 1.2). Це забезпечує рівномірне розподілення припуску на обробку цих поверхонь на наступних операціях.

Схему базування на першій операції представлено на рис. 6.2.

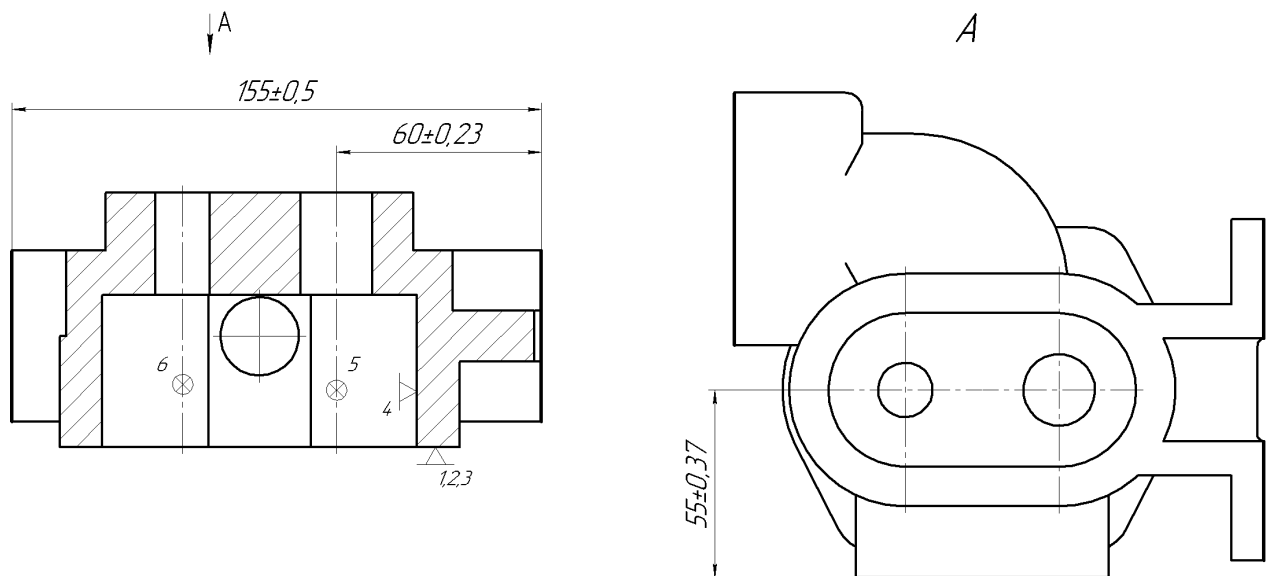


Рисунок 6.2 - Схема базування заготовки на операції №005 «Горизонтально-фрезерна».

Запропонована схема базування позбавляє заготовку 6-ти ступенів волі. При цьому реалізується установча база, подвійна опорна та опорна бази.

Визначимо похибки базування для розмірів поверхонь, що піддаються обробці на операції:

$60 \pm 0,23 - \varepsilon_{\delta} = 0$ – вимірювальна та технологічна бази співпадають;

$155 \pm 0,5 - \varepsilon_{\delta} = T_{60} = 0,46$ мм, що менше допуску на розмір, обробка можлива;

$55 \pm 0,37 - \varepsilon_{\delta} = 0$ – вимірювальна та технологічна бази співпадають.

В разі використання іншої схеми базування на цій операції похибки базування будуть виникати для всіх розмірів, що не дозволить забезпечити необхідну точність обробки.

									Арк
									31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510057.ПЗ

6.3 Вибір металорізального обладнання

Для проведення фрезерування площинних поверхонь деталі «Корпус», яке передбачено на операції №005 «Горизонтально-фрезерна» можна використати універсальний горизонтально-фрезерний верстат. Можна розглянути в якості альтернативи дві моделі 6Н13П та 6Р82Г, які мають наступні технічні характеристики, що представлено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Технічні характеристики горизонтально-фрезерних верстатів

Найменування верстата	6Н82Г	6Н13П
Розміри робочої поверхні стола, мм	320×1250	400×1600
Габаритні розміри верстата, мм	1840×1680×2830	2370×2140×2245
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	7,5	5,8
Маса верстата, кг	3700	4300

Ці верстати здатні забезпечити середню економічну точність для наступних параметрів похибок геометричної форми:

площинність та паралельність 0,1-0,06 мм на 300 мм довжини;

взаємна перпендикулярність 0,08-0,05 мм на 300 мм довжини.

Дана точність цілком достатня для обробки деталей відповідно до технічних вимог. Для обробки застосовуємо верстат 6Н82Г.

Свердління

Аналізуючи структуру операції, бачимо, що необхідно виконати обробку двох отворів діаметром 5 мм та глибною 15 мм та забезпечити відносне розташування осей отворів. Використовуваний в заводському техпроцесі верстат вимагає ручної зміни інструменту, спеціальних прийомів по досягненню необхідної точності позиціонування (розмітка або спеціальне

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

кондукторних пристосування). Це призводить збільшення трудомісткості операції свердління і необхідності додаткових операцій розмітки та слюсарних. В той же час використання такого обладнання є економічно виправданим з огляду на простоту технологічної операції та малий об'єм виробництва.

З огляду на вищесказане обираємо вертикально-свердлильний верстат 2M12 має таку технічну характеристику:

1) найбільший умовний діаметр свердління в металі, мм	12
2) робоча поверхня стола, мм	250×250
3) виліт шпинделя, мм	190
4) найбільше вертикальне переміщення шпинделя, мм	100
5) конус Морзе отвору шпинделя	2
6) число швидкостей шпинделя	5
7) частота обертання шпинделя, об / хв	450 - 4500
8) число подач шпинделя	ручна
9) потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	0,6
10) габаритні розміри, мм	770×370×820
11) маса, кг	120

6.4 Обґрунтування вибору пристосувань, ріжучого та мірильного інструменту

Для забезпечення базування заготовки на першій операції механічної обробки, рівномірного розподілу припусків на наступних операціях необхідно спроектувати спеціальне пристосування з механізованим приводом. Застосування такого пристосування забезпечить тоне позиціонування заготовки та її надійне закріплення. Механізація пристосувань здійснюється із

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

застосуванням гідравлічного або пневматичного приводу.

Для забезпечення доступу інструменту до оброблюваних поверхонь з різних сторін заготовки використовуємо універсальний поворотний стіл.

Позначення: Стіл 7204-0004 ДСТ16936-71

Різальний інструмент для виконання розглянутих операцій застосовується універсальний, стандартизований.

Для чорнового фрезерування площин заготовки використовується торцева збірна фреза з механічним кріпленням ножів із твердого сплаву ВК8.

Позначення: Фреза 2214-0157 ДСТ9473-80.

Для установки фрези в шпindelь верстата як допоміжний інструмент використовується *Оправка 6222-0069 ДСТ13786-85.*

Сверлильная обработка.

На сверлильних операціях необхідно використовувати пристосування, яке забезпечить необхідну стійкість і кріплення деталі. Для заданих умов обробки застосовуємо спеціальне верстатне пристосування, яке komponуємо з остаточно оброблених взаємозамінних, стандартних елементів.

Внаслідок бескондукторного методу обробки на верстаті рекомендується застосовувати свердла зі спеціальними формами заточування задньої поверхні і підточкою поперечної кромки, що дозволяє обробляти отвори з малим відхиленням від осей необхідного положення і забезпечувати краще самоцентрування свердел на початку свердління і менший відведення осі оброблюваних отворів. Застосовуємо свердла $\varnothing 5$ матеріал ріжучої частини Р6М5 ГОСТ 28319-89 [37].

Свердла встановлюються через перехідну втулку «Конус Морзе №2/№1».

Свердління отвору $\varnothing 5$ мм - Втулка 6100-0227 ГОСТ 13598-85; Свердло 2300-0186 ГОСТ 10902-87.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунок режимів різання

Чорнове фрезерування площин деталі «Корпус насоса»

Призначаємо глибину різання. При однократній обробці весь припуск знімаємо за один прохід: $t=2,5$ мм

За рекомендаціями [12] додаток 23, якщо ширина фрезерування $B=50$ мм, то приймаємо фрезу із вставними твердосплавними ножами з сплаву марки ВК6.

Геометричні параметри:

- діаметр фрези $D_{фр}=100$ мм;
- кількість зубів фрези $z_{фр}=8$;
- посадковий діаметр фрези $d_{пос}=32$ мм;
- кут нахилу зубів фрези 30° ;
- передній кут леза фрези 0° ;
- задній кут леза фрези 17° ;

Призначаємо подача на один зуб фрези призначаємо за рекомендаціями [2]: $S_z=0,15-0,30$ мм/зуб, прийняте значення $S_z=0,2$ мм/зуб.

Період стійкості фрези призначаємо за рекомендаціями [2]: $T=180$ хв

Швидкість різання визначаємо за формулою, м/хв:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 50^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 133,68 \quad (6.1)$$

де $C_v=445$, $q=0,2$, $x=0,15$, $y=0,35$, $u=0,2$, $p=0$, $m=0,32$ – значення коефіцієнту та показників ступеня у формулі розрахунку швидкості різання, [2, табл.39, стор. 288].

$T = 180$ хв - період стійкості фрези [2, табл.40, стор. 290];

$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}$ - поправний коефіцієнт швидкості різання, який враховує фактичні умови фрезерування. При цьому:

$K_{IV} = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [2, табл.5, стор. 263];

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{mv} = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [2, табл.6, стор. 263].

$K_{mv} = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей матеріалу заготовки на швидкість різання:

Розраховуємо частоту обертання фрези при обробці:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 133,68}{3,14 \cdot 100} = 425,7 \text{ об/хв.} \quad (6.2)$$

Коректуємо по паспорту верстата: $n_d = 400$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість різання

$$v_\delta = \frac{\pi D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 400}{1000} = 125,6 \text{ м/хв.} \quad (6.3)$$

Визначаємо хвилинну подачу.

$$S_{mp} = S_z \times Z \times n = 0,2 \times 8 \times 400 = 640 \text{ мм/хв.} \quad (6.4)$$

Коректуємо за паспортом верстата: $S_{md} = 630$ мм/хв = 0.197 мм/зуб

3.7 Розраховуємо головну складову сили різання - окружну силу, Н:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z_p}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,197^{0,74} \cdot 50^1 \cdot 8}{100^1 \cdot 400^0} \cdot 1 = 1494, \quad (6.5)$$

де $C_p=54,5$, $x=0,9$, $y=0,74$, $n=1$, $q=1$, $w=0$ – значення коефіцієнта та показників ступеня в формулі сили різання різання, [2, табл.41, стор. 291];

$K_{MP}=1$ – значення коефіцієнту, який враховує вплив властивостей матеріалу заготівки на силу різання [2, табл.9, стор. 264].

Визначаємо величину ефективної потужності різання, використовуючи формулу, кВт:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v_\delta}{60 \cdot 1020} = \frac{1494 \cdot 125,6}{60 \cdot 1020} = 3,06. \quad (6.6)$$

									Арк
									36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Виконаємо перевірку достатності потужності електродвигуна:

$$N_{\text{шп}} = N_e \times \eta = 7,5 \times 0,75 = 5,6 \text{ кВт} \quad (6.7)$$

$N_p < N_{\text{шп}}$ (3,06 < 5,6) - обробка можлива.

Призначаємо на підставі розрахунку на операцію наступні режими різання: $t=2,5$ мм; $S_m=630$ мм/хв; $V=125,6$ м/хв; $n=400$ об/хв.

Свердління

Розрахунок режимів різання під час свердління відповідно до методики, викладеної в [2].

На операції №025 вконується свердління 2-х отворів $\varnothing 5$ мм на глибину 15 мм під різьбу М6, витримавши розмір 50 відповідно до ескізу

Глибина різання під час свердління визначається за формулою:

$$t = 0,5D = 0,5 \times 5 = 2,5 \text{ мм.} \quad (6.8)$$

Подачу при свердлінні отворів без обмежуючих факторів вибираємо максимально припустиму по міцності свердла [2, табл. 25, стр. 277]: $S=0,1$ мм/об.

Швидкість різання під час свердління (м/хв) розраховують за формулою:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{14,7 \cdot 5^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,55}} \cdot 1 = 53,63 \text{ м/хв} \quad (6.9)$$

де $C_v=14,7$, $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$ - значення коефіцієнта C_v і показників ступеня у формулі швидкості різання [2, таблиці 29, стор. 279];

$T=20$ хв - період стійкості інструмента [2, табл. 30 стр. 279];

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \cdot K_{zv}$ - загальний поправочний коефіцієнт:

де $K_{mv}=1$ - коефіцієнт на оброблюваний матеріал:

$K_{uv}=1,0$ - поправочний коефіцієнт що враховує вплив інструментального матеріалу: K_{uv}

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{lv}=1,0$ - коефіцієнт, що враховує глибину свердління [2, таблиця 31 стр. 280];

$K_{zv}=1,0$ - коефіцієнт, що враховує форму заточки свердла [2, таблиця 28 стр. 278].

Частоту обертання шпинделя визначаємо по формулі, об/хв:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 53,63}{3,14 \cdot 5} = 3,415 \text{ об/хв.} \quad (6.10)$$

Коригуємо за паспортом верстата $n_d = 2500$ об/хв і визначаємо дійсну швидкість різання м / хв.

$$v_\delta = \frac{\pi D n_\delta}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 2500}{1000} = 39,25 \text{ м/хв.} \quad (6.11)$$

Визначаємо крутний момент $M_{кр}$ (Н·м) при свердлінні, використовуючи формулу:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 0,832 \text{ Н·м} \quad (6.12)$$

де $C_M=0,021$; $q=2,0$; $y=0,8$ - значення коефіцієнта C_M і показників ступеня [2, таблиця 33, стр. 281].

K_p - коефіцієнт що враховує фактичні умови обробки. В даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається виразом $K_p = K_{MP}=1$

Визначаємо осьову силу, Н:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 5^1 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 338,4 \text{ Н} \quad (6.13)$$

де $C_p = 42,7$; $q = 1,0$; $y = 0,8$ - значення коефіцієнтів C_p і показників ступеня [2, таблиця 32, стр. 281]:

Потужність різання N_e (кВт) визначається за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_\delta}{9750} = \frac{0,832 \cdot 2500}{9750} = 0,21 \text{ кВт} \quad (6.14)$$

									Арк
									38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Виконаємо перевірку достатності потужності електродвигуна:

$$N_{\text{шт}} = N_e \times \eta = 0,6 \times 0,75 = 0,45 \text{ кВт} \quad (6.15)$$

$N_p < N_{\text{шт}}$ (0,21 < 0,45) - обробка можлива.

Призначаємо на підставі розрахунку на операцію наступні режими різання: $t=2,5$ мм; $S=0,1$ мм/хв; $V=39,25$ м/хв; $n=2500$ об/хв.

6.7 Технічне нормування операцій

Операція №005 «Горизонтально-фрезерна»

Розрахуємо технічно-обґрунтовану норму часу на технологічну операцію. На операції виконується обробка трьох поверхонь деталі:

- 1) Нижня опорна, розмірами 100×50 мм;
- 2) Дві ромбовидні поверхні розмірами 74×50 мм.

В усіх випадках обробка однократна та остаточна, тому робочи хід інструмента продовжується до його повного виходу за межі оброблюваної поверхні.

Визначаємо машинний час:

$$T_o = \frac{L_p}{S_{\text{мин}}} \quad (6.16)$$

де $L_p = L + \ell_1 + \ell_2'$ – фактичний шлях різання при обробці поверхні, мм,

де L - довжина обробки, мм;

$\ell_1 = 3$ мм – величина врізання фрези;

$\ell_2' = 100$ мм – величина перебігу при остаточній обробці дорівнює діаметру фрези.

$$T_{o_1} = \frac{100 + 3 + 100}{630} = 0,32 \text{ хв};$$

$$T_{o_2} = \frac{74 + 3 + 100}{630} = 0,28 \text{ хв};$$

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний основний час визначаємо як суму часу для обробки всіх поверхонь:

$$T_o = T_{o1} + 2 T_{o2} = 0,32 + 2 \cdot 0,28 = 0,88 \text{ хв} \quad (6.17)$$

Допоміжний час визначаємо за формулою, хв:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим} + T_{п.в.} + T_{зм.інс.} = 4 + 0,35 + 1,8 + 0,72 + 0 = 6,87 \quad (6.18)$$

де $T_{уст} = 4$ – час на установку й зняття деталі, хв [13];

$T_{вим} = 0,35$ хв – час на вимірювання, [13];

$T_{пер} = 1,8$ хв – час, пов'язаний з переходом [13, карта 37];

$T_{п.в.} = 0,72$ хв – час на переміщення органів верстата за 6 холостий хід, [13, карта 38];

$T_{зм.інс.} = 0$ хв - час на зміну інструмента, [13, карта 39];

Норму штучного часу визначаємо за формулою, хв:

$$T_{шт} = (T_o + T_d K_{ТВ}) \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right) = (0,88 + 6,87) \left(1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 7,42 \quad (6.19)$$

де $K_{ТВ} = 1$ – поправочний коефіцієнт на допоміжний час залежно від характеру серійності робіт [13, карта 1];

$a_{обс} = 4\%$ – час на обслуговування робочого місця, хв [13, карта 19];

$a_{отл} = 4\%$ – час на відпочинок і особисті потреби, хв [13, карта 19];

Розраховуємо норму підготовчо-заключного часу, яка включає:

1. Час на налагодження верстата - 12 хв, [13, карта 19];
2. Час на одержання інструмента й пристосувань виконавцем роботи до початку й здача їх після закінчення обробки партії деталей - 7 хв [13, карта 19].

$$T_{пз} = 12 + 7 = 19 \text{ хв.} \quad (6.20)$$

Норму штучно-калькуляційного часу визначаємо по формулі:

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N_{дет}} = 7,42 + \frac{19}{20} = 7,42 + 0,95 = 8,37, \text{ хв.} \quad (6.20)$$

Аналогічно виконуємо нормування вертикально-сверлильної операції.
Отримуємо наступні норми часу: $T_o=0,27$ хв, $T_d=4,3$ хв, $T_{шт}=4,94$ хв, $T_{пз}=16,5$ хв, $T_{ш-к}=5,76$ хв.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Завдання на проектування: розробити конструкцію верстатного пристрою на операцію 005 «Горизонтально-фрезерна» для фрезерування трьох площинних поверхонь деталі, шириною 50 мм та довжиною 100мм та 74 мм.

7.1 Уточнення мети операції

На даній операції виконується комплексна обробка всіх радіальних отворів в заготівлі з однієї установки. Ескіз операції представлений на рисунку 7.1.

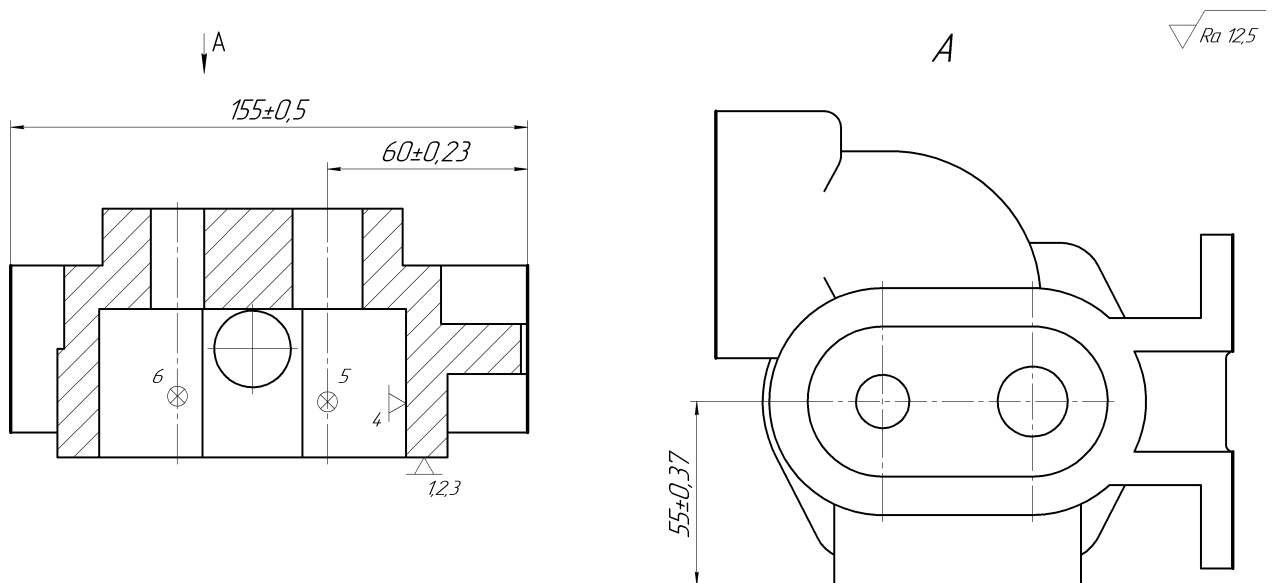


Рисунок 7.1 - Ескіз операції 005

7.2 Початкові дані

Ескіз заготовки, що надходить на операцію з виділеними оброблюваними поверхнями та схемою базування представлено на рис. 7.1.

Аналіз точності параметрів оброблюваних поверхонь.

На розглянутій операції фрезерується 3 площини. При цьому отримувані розміри конструктором задані по 14 квалітету розмірної точності.

										Арк
										42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ.17510057.ПЗ

Є такі величини допусків: $55\pm 0,37$ - 740 мкм; $60\pm 0,23$ – 560 мкм; $155\pm 0,5$ – 1000 мкм.

Вимоги щодо взаємного розташування поверхонь не оговорюються.

Для всіх оброблюваних поверхонь призначено однаковий параметр шорсткості, який дорівнює $Ra12,5$ мкм.

Визначення умов, в яких буде експлуатуватися пристосування.

Річна програма випуску 500 шт. Тип виробництва дрібносерійний. Заготовка буде оброблятися на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 6P82Г.

7.3 Розробка і обґрунтування схеми базування

В якості технологічних бази на операції використовуємо поверхні, які в готовому виробі є найбільш відповідальними, а саме: бічну поверхню (пов. 12, рис. 1.2) та два глухих отвори (пов. 6, 7, рис. 1.2). Це забезпечує рівномірне розподілення припуску на обробку цих поверхонь на наступних операціях.

Схему базування на першій операції представлено на рис. 6.2.

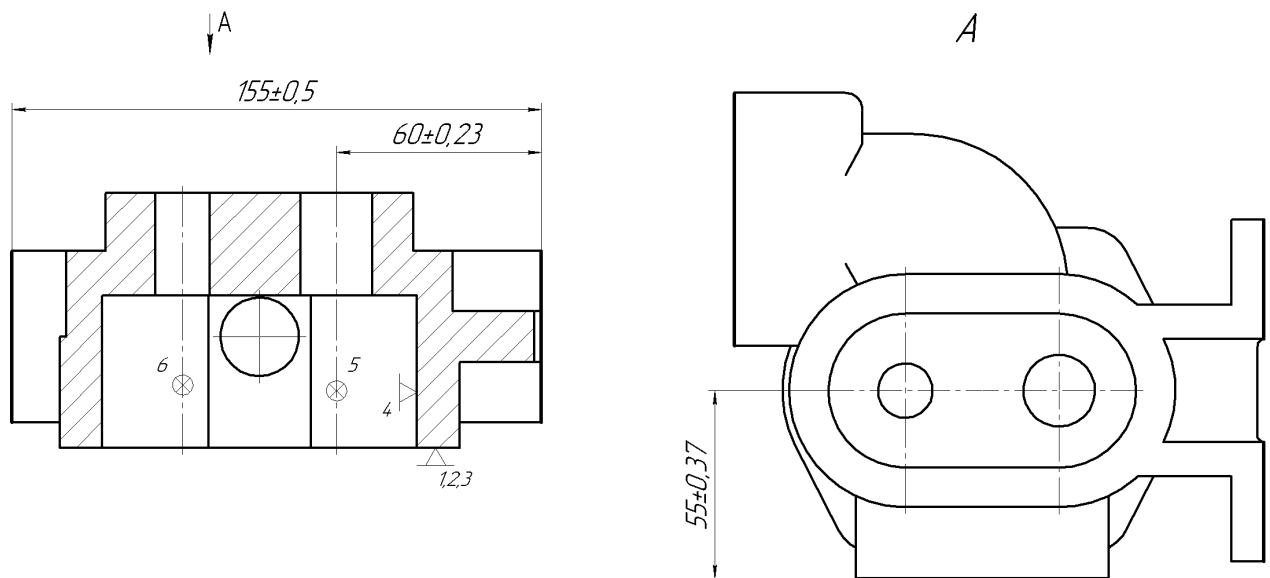


Рисунок 7.2 - Схема базування заготовки на операції №005 «Горизонтально-фрезерна».

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Запропонована схема базування позбавляє заготовку 6-ти ступенів волі. При цьому реалізується установча база, подвійна опорна та опорна бази. Так як дана операція є першою технологічною операцією, то для базування можна використовувати необроблені поверхні.

Запропонована схема базування використовує достатньо розвинені поверхні заготовки, забезпечує хороший доступ ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь.

7.4 Силовий розрахунок

Визначення сили закріплення

Силу закріплення заготовки визначаємо з умови нерухомості заготовки при обробці

$$F_{\text{тр}} \geq K \cdot F_{\text{різ}}, \quad (7.1)$$

де $F_{\text{тр}}$ - сила тертя, що виникає при прикладанні сили закріплення;

$F_{\text{різ}}$ - максимальне значення сил різання, що намагаються зсунути заготовку

$K = 2$ - коефіцієнт запасу K

Після перетворення отримаємо

$$W \geq \frac{F_{\text{різ}} \cdot K}{f_{\text{тр}}}, \quad (7.2)$$

де W - сила яку необхідно прикласти для закріплення заготовки, Н

$$W = \frac{1494 \cdot 2}{0,15} = 19920 \text{ Н}$$

Приймаємо для подальших розрахунків $W = 19920 \text{ Н}$. Так як передбачається безпосереднє формування приводом сили затискання без

									Арк
									44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

використання передавальних механізмів, то сила на штоці повинна бути $Q \geq 19920 \text{ Н}$.

Розрахунок приводу

Визначення діаметра поршня в пневмоциліндрі виконуємо згідно з формулою:

$$W = p \left(\pi \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4} \right) \cdot \eta \quad (7.3)$$

де p - робочий тиск в мережі (0.63 МПа)

D – діаметр поршня;

d – діаметр штока;

$\eta=0,85$ – ККД приводу.

Звідси:

$$D = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta} \right) + d^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 19920}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,85} \right) + 16^2} = 118,27 \text{ мм} \quad (7.4)$$

З стандартного ряду діаметрів поршнів [2, с 228] вибираємо найближчий більший по діаметру - 125 мм. Визначаємо дійсну силу затиску:

$$W = 0,63 \cdot \left(3,14 \cdot \frac{(125^2 - 16^2)}{4} \right) \cdot 0,85 = 20764 \text{ Н}$$

7.5 Точнісіні розрахунки

Визначимо допустиму похибку пристосування.

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_T \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_6^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2}, \quad (7.5)$$

де $T=460$ мкм – найбільш точний допуск на оброблювані розміри;

$K_T=1,2$ - коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального

									Арк
									45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

розподілу окремих складових.;

$K_{T1} = 0,8$ - коефіцієнт, що враховується коли похибка базування не дорівнює 0;

$\varepsilon_6 = 0$ - похибка базування. В даному випадку збігається технологічна та вимірювальна бази;

$\varepsilon_3 = 0$ - похибка закріплення. У нашому випадку сила закріплення направлена перпендикулярно до площини розмірів.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,46 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,023^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,3)^2 + 0^2} = 0,24$$

7.6 Опис будови і принципу роботи пристрою

Конструкція пристрою представлена на рисунку 7.3

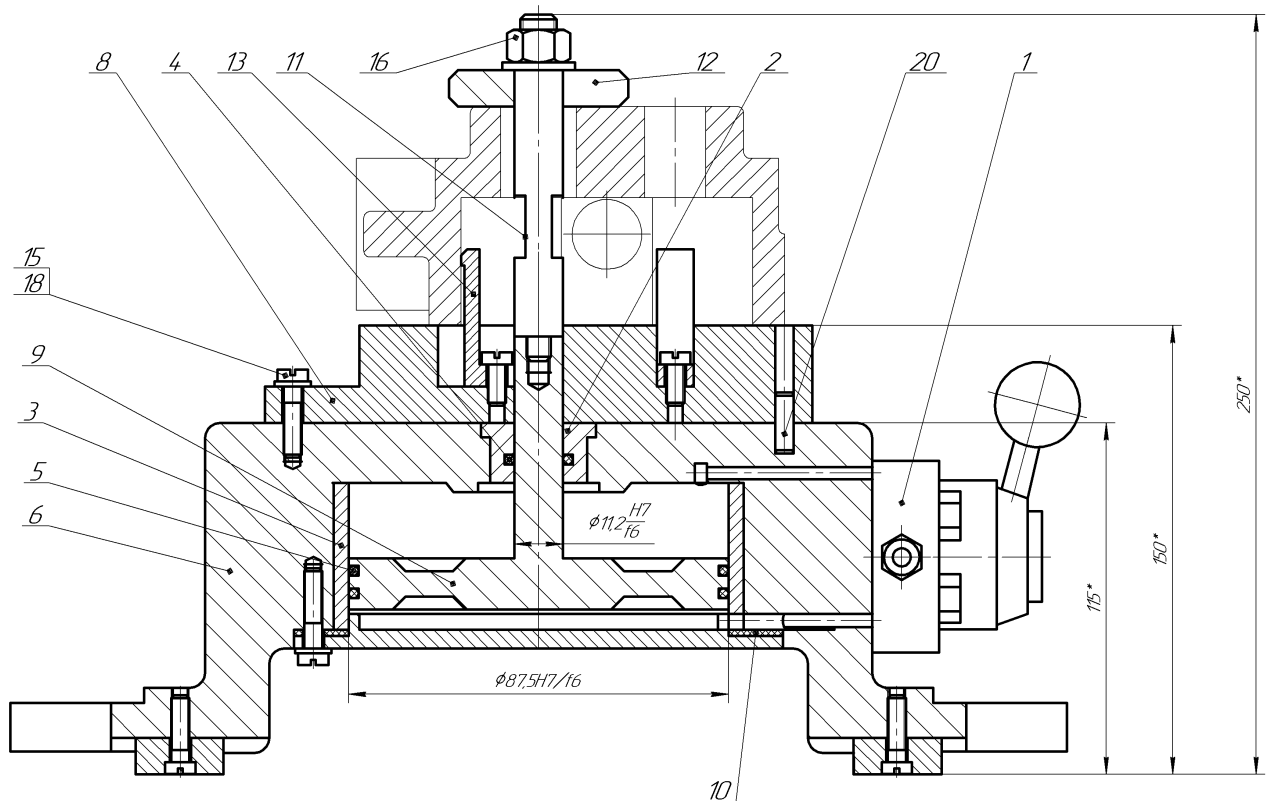


Рисунок 7.3 – Будова верстатного пристрою

Дане пристосування служить для встановлення та закріплення деталі

						ТМ.17510057.ПЗ	Арк
							46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

під час фрезерування. У пристосуванні використовується пневмопривід. Деталь встановлюється на диск з центруючі фіксатори цангового типу (поз. 13). Затискання деталі виконується пневмоприводом через швидкозмінну шайбу (поз. 12).

Робота пристрою.

Деталь встановлюється і центрується в фіксаторах. При подачі повітря в штокову порожнину пневмоциліндра, поршень рухається вниз і швидкозмінною шайбою поз. 12 притискає заготовку до поверхні накладки поз. 8. Для розкріплення заготовка повітря подається в безштокову порожнину пневмоциліндра.

Пристосування в зборі встановлюється на столі верстата і орієнтується уздовж Т-образного паза столу за допомогою напрямних шпонок 19. Закріплення пристосування на столі верстата проводиться через вушка з шириною паза 20 мм.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз виявив ряд недоліків існуючого технологічного процесу виготовлення корпусу насоса 38.001, які в подальшому були усунені

Запропоновано раціональний варіант обробки деталі. Побудову технологічного процесу було виконано за принципом концентрації операцій, характерного для одиничного і дрібносерійного виробництва. Це дозволило скоротити кількість операцій механічної обробки до 5 штук.

Для двох операцій технологічного процесу були обґрунтовані способи обробки поверхонь деталі, схеми базування і закріплення. Обрані металорізальні верстати, при чому перевага була віддана високопродуктивним верстатів з ЧПК. При виборі оснащення перевага віддавалася універсальній, окрім тих поверхонь, для формування яких необхідний спеціальний інструмент.

Для однієї найбільш складної операції розробленого технологічного процесу спроектовано верстатне пристосування. Розрахунок операційних припусків на один з найточніших діаметральних розмірів деталі виконано за допомогою ЕОМ. Для спроектованих операцій виконано розрахунок режимів різання і виконано технічне нормування операцій.

Спроектовано верстатний пристрій для фрезерної обробки заготовки.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Маталин А.А. Технология машиностроения.-Л.: Машиностроение. 1985.-496с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкряд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.-4-е изд., перераб. и доп.- Минск: Высшая школа, 1983.-256 с.
3. Ковш А.Н. Технология машиностроения.-М.: Машиностроение, 1987.-320с.
4. Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по ТМС.- М.:Машиностроение, 1989.-288с.
5. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении.- Киев: Вища школа, 1985.-255с.
6. Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. Т.1 / под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1986.-656с.
7. Бабук В.В. и др. Дипломное проектирование по технологии машиностроения -Минск: Высшая школа. 1979.-464с.
8. Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. Т.2. / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
9. Методические указания к практическим занятиям «Анализ служебного назначения машины и детали» по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальности 0501 дневной и вечерней форм обучения /Сост. О.А.Топоров.-Харьков: ХПИ, 1987.-16с.
- 10.Методические указания к практическим занятиям «Анализ технических требований и выявления технологических задач при изготовлении изделий» по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальностей 0501 дневной и вечерней форм обучения /Сост. О.А.Топоров,- Харьков: ХПИ, 1987.-16сю

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- 11.ГОСТ 2.105-95. Правила оформления документов общего назначения.
- 12.ГОСТ 3.1107-81. Обозначения условные графические, применяемые в технологических процессах. Опоры и зажимы.
- 13.ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.
- 14.ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения.
- 15.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1 Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки. - М.: Машиностроение, 1974. - 416с.
- 16.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974.-421с.
- 17.Гипп Б.А. и др. Контрольные приспособления - М.: ГОСИНТН машиностроит. лит. ,1960. – 339 с.
- 18.Городецкий Ю.Г. Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных приборов. – М.: Машиностроение,1971.-367с
- 19.Безопасность производственных процессов: Справочник / Белов С.В., Бринза В.Н и др.: под общ. ред. Белова С.В.-М.: Машиностроение, 1985.- 448.
- 20.Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред.Г. М Кноринга - Л.: «Энергия», 1976.-384с.
- 21.Юдин Е.А., Белов С.В. и др. Охрана труда и машиностроения./ Под ред. Юдина Е.Я., Белова С.В.-М.: Машиностроение, 1983.
- 22.Методические указания по оформлению документации в курсовых и дипломных проектах по курсам: «Технология машиностроения», «Основы технологии производства электрофизических приборов» для студентов специальностей 12.01, 12.02 всех форм обучения. Ч.1 /Сост. А.А.Ягуткин, А.Б.Руденко.- Сумы: СФТИ, 1992.-42с.
- 23.Методические указания по оформлению документации в курсовых и

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

дипломных проектах по курсам: «Технология машиностроения», «Основы технологии производства электрофизических приборов» для студентов специальностей 12.10, 12.02 всех форм обучения. Ч.2 /Сост. А.А.Ягутин, А.Б.Руденко.- Сумы: СФТИ, 1992.-42с.

24.Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов заочной формы обучения специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» /Сост. Г.С.Чумаков.- Харьков: ХПИ. 1986.-34с.

25.Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Проектирование контрольно-измерительных приспособлений» для студентов заочной формы обучения специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» /Сост. Г.С.Чумаков.- Харьков: ХПИ. 1987.-57с.

26.ГОСТ 2.105-95. Правила оформления документов общего назначения.

27.ГОСТ 3.1107-81. Обозначения условные графические, применяемые в технологических процессах. Опоры и зажимы.

28.ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.

29.ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения.

30.ГОСТ 3.1201-85. ЕСТД. Система обозначения технологической документации.

31.ГОСТ 12.0.001-82 ССБТ. Основные положения.

32.ГОСТ 12.0.003-74 ССТБ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

33.ГОСТ 12.1.003-83 ССТБ. Шум. Общие требования безопасности.

34.ГОСТ 12.1.004-85 ССТБ. Пожарная безопасность. Общие требования.

35.ГОСТ 12.1.005-88 ССТБ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

36.ГОСТ 12.1.007-76 ССТБ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 37.ГОСТ 12.1.02-90 ССТБ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
- 38.ГОСТ 12.1.019-79 ССТБ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 39.ГОСТ 12.2.003-91 ССТБ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- 40.ГОСТ 12.2.009-80 ССТБ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.
- 41.ГОСТ 12.2.061-81 ССТБ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
- 42.ГОСТ 12.2.062-81 ССТБ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
- 43.ГОСТ 12.2.101-84 ССТБ. Пневмопроводы. Общие требования безопасности к конструкциям.
- 44.ГОСТ 12.3.002-75 ССТБ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
- 45.ГОСТ 12.3.009-77 ССТБ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
- 46.ГОСТ 12.3.010-82 ССТБ. Тара производственная. Требования безопасности при эксплуатации.
- 47.ГОСТ 14.201-83. Общие правила отработки конструкции на технологичность.

					ТМ.17510057.ПЗ	Арк
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		