

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра галузеве машинобудування

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Гідравлічний телескопічний амортизатор гусеничного трактора»

КРБ.133ГМбд_21[1].001.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«*Машини та обладнання*
сільськогосподарського виробництва»
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_21[1]
БАБЕНКО Сергій

Керівник: докт. техн. наук, доцент
ВЕТОХІН Володимир

Полтава – 2022 року

ВСТУП

В наш час, при постійно зростаючих темпах технічного прогресу, завданням кожної галузі є безперервне створення нової, сучасної, високоякісної, конкурентноздатної продукції. Тому машинобудування як галузь, що визначає технічний розвиток країни, повинна першочергово дбати про забезпечення виробництва сучасним, високопродуктивним, автоматизованим обладнанням та новітніми технологіями, а це в свою чергу вимагає підготовки високоосвічених інженерів, що добре володіють комп'ютерною технікою і технологією виробництва, а також мають глибокі теоретичні знання [5-7].

Машинобудування – це наука про виготовлення машин необхідної якості у встановленій виробничою програмою кількості й у заданий термін при найменших витратах живої та упредметненої праці, тобто при найменшій собівартості [13].

Гідравлічний телескопічний амортизатор, винесений на розгляд у кваліфікаційній роботі, використовується для гідравлічного демпфування коливання підресорних мас гусеничного трактора.

Отже, **мета** роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є гідравлічний амортизатор гусеничного трактора, а **предметом** – конструкторське-технологічні аспекти виготовлення вушка та штока амортизатора.

Для вирішення поставленої мети необхідно розв'язати наступні **задачі**:

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційні матеріали, що застосовуються для виготовлення деталей, а також визначити тип виробництва на підставі річної програми запуску виробу;
- здійснити відпрацювання на технологічність вузла та його складових частин, проаналізувати діючі технологічні процеси, запропонувати маршрути

обробки поверхонь деталей, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналітичним методом;

- сконструювати технологічне оснащення та здійснити його розрахунок;

визначити економічну ефективність методу отримання заготовки вушка гідравлічного амортизатора, здійснити інженерний розрахунок захисного заземлення, запропонувати засоби пожежегасіння;

- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб галузевого машинобудування.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Гідравлічний телескопічний амортизатор (рисунок 1.1) застосовується в тракторах, зокрема ДТ-75, для гідравлічного демпфування коливання підресорних мас і працює в діапазоні зовнішніх температур від -50 до $+60$ $^{\circ}\text{C}$. Амортизуюче зусилля зростає при розтягуванні і стисканні в залежності від швидкості переміщення поршневого штока. Амортизатор може бути встановлений в вертикальному або в косому положеннях. В косому положенні не допускається нахил осі амортизатора до вертикальної площини вище 45° .

Гідравлічний амортизатор складається із власного робочого циліндра закритого знизу дном, котре утворює нижнє кріпильне вушко амортизатора. В верхній частині робочий циліндр закритий підшипником з ущільнювальним кільцем круглого перерізу й двома ущільнювальними кільцями. В корпус амортизатора, котрий складений з нижнього вушка і зовнішнього кожуха, вставлений робочий циліндр, котрий стиснутий між корпусом і підшипниковою гайкою.

В нижній частині поршневого штока порожнина, в якій розташований корпус пропускних клапанів верхньої частини корпуса клапанів, знаходиться голчатий перекидний клапан для тиску з пружиною і в нижній частині корпуса – перепускний клапан для розтягу з пружиною.

Кожух, який у чотирьох місцях приварений до фланця поршневого штока, захищає поверхню поршневого штока від проникнення бруду. В корпусі нижнього кріпильного вушка розташований нагнітальний клапан із пружиною і всмоктувальний клапан з пружиною. Простір між робочим циліндром і корпусом амортизатора зовнішнім кожухом слугує в якості запасного і компенсаційного бака амортизаційної рідини.

Рисунок 1.1 – Гідравлічний телескопічний амортизатор:

1 – вушко; 2 – шток; 3 – поршень; 4 – циліндр робочий; 5 – кожух;
6 – підшипник; 7 – гайка; 8 – кільце запобіжне; 9 – підшипник;
10 – пробка; 11, 12 – прокладка; 13 – втулка; 14 – клапан нагнітальний;
15 – кільце поршневе; 16 – клапан; 17 – корпус клапанів; 18 – прокладка;
19 – кільце ущільнювальне; 20 – запобіжник; 21 – гвинт; 22 – кільце опорне;
23 – клапан; 24, 27 – пробка; 25, 26 – клапан; 28, 29, 30 – пружина;
31 – манжета; 32, 33 – шайба; 34 – гвинт

В робочому циліндрі рухається поршень, що прикріплений до поршневого штока болтом і ущільнений поршневим кільцем. В поршні також існують отвори, які утворюють постійну затухання при стисканні амортизатора. На верхній

поверхні поршня розташований тарілчастий клапан, який при розширенні амортизатора закриває отвори в поршні. Отвори в тарілчастому клапані утворюють постійну затухання для розтягування.

В нижньому отворі нижнього вушка амортизатора вставлені дві гумові конусні прокладки. В отворі верхнього вушка амортизатора напресований шарнірний підшипник, що в осьовому напрямку обладнано запобіжним кільцем.

Під час стиску амортизатора зассується поршневий шток з поршнем в робочий циліндр і таким шляхом зменшується простір в робочому циліндрі між поршнем і дном. Амортизуюча рідина із цього простору тече отворами в поршні, підіймається тарілчастий клапан та перетікає в простір над поршнем. Одночасно із цим рух поршня відкриває нагнітальний клапан, розташований в корпусі нижнього вушка, перепускає амортизуючу рідину в запасний простір і так вирівнюється різниця об'ємів простору над поршнем та під поршнем. При непередбаченому підвищенні швидкості зсуву поршня одночасно відкривається і перепускний нагнітальний клапан, розташований в порожнині поршневого штока. При відкриванні перепускного нагнітального клапану тече амортизуюча рідина простору під поршнем скрізь порожнину болта до порожнини корпуса перепускних клапанів, а звідси – отворами в поршневому штовці у простір над поршнем. Цим перепуском забезпечене повне заповнення простору над поршнем амортизуючої рідини і одночасно обмеження нарощування амортизуючої сили напору.

При розтягуванні амортизатора висовується поршневий шток з поршнем робочого циліндра і так нарощується простір в робочому циліндрі між поршнем і дном. Цим рухом поршня підвищується тиск в просторі над поршнем, тарілчастий клапан прилягає до верхньої поверхні поршня і амортизуюча рідина протікає отворами в тарілчастому клапані в простір під поршень. Рідина не встигає заповнити приріст простору і утвореним тиском нижче атмосферного в просторі під поршнем відкриється всмоктувальний клапан, і рідина компенсаційного простору заповнюватиме простір під поршнем.

1.2 Аналіз параметрів точності

У кваліфікаційній роботі розглядаються дві деталі вузла: вушко (рисунок 1.2) та шток (рисунок 1.3) Вимоги до виготовлення вушка подані в таблиці 1.1, а вимоги до виготовлення штока – в таблиці 1.2 [17, 22, 47, 48].

Рисунок 1.2 – Вушко

Рисунок 1.3 – Шток

Таблиця 1.1 – Відомості параметрів точності вушка

Тип поверхні	Розмір і допуск	Квалітет	Відхилення		Шорсткість Ra, мкм
			Форми	Розташування	
Циліндрична	$\varnothing 102 \pm 0,2$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 97_{-0,054}$	h8	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 63_{-0,019}$	h6	—	—	3,2
Циліндрична	$\varnothing 57_{\pm 0,3}$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 55,7_{\pm 0,2}$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 18^{+0,018}$	H7	—	—	0,8
Циліндрична	$\varnothing 14^{+0,018}$	H7	—	—	0,8
Циліндрична	$\varnothing 15$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 8$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Циліндрична	$\varnothing 7$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Циліндрична	$\varnothing 4$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Лінійний	50	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	5	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Лінійний	$86^{+0,3}$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	15	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Відстань до осі	72	$\pm IT14/2$	—	—	—
Відстань до осі	$20 \pm 0,1$	$\pm IT14/2$	—	—	—
Відстань до осі	$13 \pm 0,2$	$\pm IT14/2$	—	—	—
Відстань до осі	$10 \pm 0,2$	$\pm IT14/2$	—	—	—
Конічна	$30^\circ \pm 10^\circ$	—	—	—	3,2

Таблиця 1.2 – Відомості параметрів точності штока

Тип поверхні	Розмір і допуск	Квалітет	Відхилення		Шорсткість R_a , мкм
			Форми	Розташування	
Циліндрична	$\varnothing 36$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 15^{+0,027}$	H8	—	—	1,6
Циліндрична	$\varnothing 22,5$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Циліндрична	$\varnothing 28^{+0,015}_{+0,002}$	k6	—	—	0,8
Циліндрична	$\varnothing 30^{-0,04}_{-0,053}$	e6	—	↗	0,1
Циліндрична	$\varnothing 60$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Циліндрична	$\varnothing 55^{-0,005}_{-0,024}$	M6	↘	—	1,6
Циліндрична	$\varnothing 49$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Циліндрична	$\varnothing 55,3^{+0,1}$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Циліндрична	$\varnothing 58 \pm 0,1$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Лінійний	161	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	$23 \pm 0,1$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	$35^{+0,2}$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	$7,5_{-0,1}$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	$20,1 \pm 0,05$	$\pm IT14/2$	—	—	3,2
Лінійний	$64,2 \pm 0,3$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	$1,9^{+0,2}$	$\pm IT14/2$	—	—	6,3
Лінійний	90	$\pm IT14/2$	—	—	6,3

За даними таблиці 1.1 можна зробити висновок, що вимоги до точності розмірів і шорсткості вушка не завищені. Максимальний квалітет точності 6-ий, а мінімальна шорсткість $R_a=0,8$ мкм, що також досягається в умовах виробництва.

Проаналізувавши точність параметрів штока (таблиця 1.2), можна зробити висновок, що вимоги до точності розмірів і шорсткості не завищені. Максимальний квалітет точності 6-й, а мінімальна шорсткість $R_a=0,1$ мкм, що без будь-яких ускладнень досягається в умовах машинобудівного виробництва.

1.3 Характеристика матеріалу деталей, замінники

Якість матеріалу та його термічна та хіміко-термічна обробка мають великий вплив на довговічність деталей. Керуючись величиною і характером навантаження, що діють на деталь, та умовами їх роботи по відношенню до змащування, швидкості руху, температури, корозії та технологічного процесу виготовлення, виконуємо вибір матеріалу.

При виготовленні деталей даного вузла в якості матеріалів застосовується сталь 35 ГОСТ1050-88. Обидві деталі, що проєктуються виготовляються з цього матеріалу тому розглянемо їх разом.

В результаті багатьох досліджень встановлено, що з підвищенням твердості зносостійкість деталей, виготовлених з вуглецевих сталей та деталей, працюючих в однакових умовах, зростає. В той же час відомо, що твердість сталей підвищується із збільшенням вмісту вуглецю [7, 34, 36].

Середньовуглецеві сталі (0,3-0,5% C) 30, 35, ..., 55 використовують для різноманітних деталей різних галузей промисловості. Ці сталі порівняно з низьковуглецевими мають більш високу міцність при більшій пластичності. У зв'язку з цим їх варто брати для виготовлення невеликих деталей або більш крупних, але тих, що не потребують наскрізного гартування.

В таблиці 1.3 наведено відомості про матеріал вушка та штока амортизатора, а саме механічні та хімічні властивості сталі 35, що відповідає ДСТУ 7809:2015. Також подано відомості про матеріал-замінник.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад, властивості матеріалу вушка та штока амортизатора, матеріал-замінник

Марка матеріалу	Хімічний склад, %			Механічні властивості			
	C	Mn	Si	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	HB
Сталь 35	0,33-0,38	0,7-1	0,17-0,37	Покращення			
				550	320	20	288
Сталь 10	0,22-0,25	0,7-1	0,17-0,37	Нормалізація			
				340	210	31	229

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингові дослідження показали потребу ринку з амортизаторах у кількості 9000 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою [28, 30, 35]:

$$N_{зан} = (N_{вип} + N_{зч}) \cdot (1 + k_{бр}), \quad (1.4)$$

де $N_{вип}$ – річна програма випуску виробів, шт.;

$N_{зч}$ – кількість виробів, що йдуть на запчастини, приймаємо рівною 3-5% від програми випуску, тис. од.;

$k_{бр}$ – коефіцієнт, що враховує технологічні витрати, які неможливо уникнути.

Приймаємо рівним 2,5% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та які йдуть на запчастини.

$$N_{зан} = (9000 + 0,04 \cdot 9000) \cdot (1 + 0,025) = 9594 \text{ шт.}$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей амортизатора не перевищує 200 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – середньосерійний.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталей

Аналіз технологічності вузла – один із ключових моментів в кваліфікаційній роботі, так як саме цей пункт визначає, наскільки буде змінено процес складання та підгонки частин вузла. Крім того, аналіз технологічності є одним з найважливіших моментів у поліпшенні ергономічних, економічних та технічних якостей вузла [2].

Конструкція машини, вузла, деталі є технологічною тоді, коли вона відповідає усім технічним та експлуатаційним вимогам, коли на неї витрачається мінімальна кількість суспільної праці.

Конструкція гідравлічного амортизатора є доволі складною. Хоча вона і складається з досить невеликої кількості деталей, але окремі поверхні деталей мають досить велику точність і малі розміри, що ускладнює їх виготовлення. В даному вузлі досить широко застосовуються стандартні вироби (болти, гайки, прокладки та ін.) але основна маса деталей виготовляється безпосередньо для даного вузла. Конструкція виробу дозволяє проводити його складання без особливих труднощів. Точність виготовлення деталей практично виключає операції підгонки. При проведенні поточних технічних оглядів та ремонтів вузол досить легко розбирається.

Оцінка технологічності складальної одиниці за коефіцієнтами стандартизації та уніфікації проводиться з метою поліпшення технологічних властивостей деталі, зменшення кількості нестандартизованих та унікальних трудомістких деталей. Коефіцієнт стандартизації обчислюється за формулою:

$$K_{cm} = \frac{E_{cm}}{E}, \quad (2.1)$$

де E_{cm} – кількість стандартизованих одиниць;

E – загальна кількість, одиниць.

$$K_{cm} = \frac{7}{27} = 0,26 .$$

Коефіцієнт уніфікації обчислюється за формулою:

$$K_{yn} = \frac{E_y}{E}, \quad (2.2)$$

де E_y – кількість уніфікованих одиниць,

E – загальна кількість одиниць.

$$K_{yn} = \frac{9}{27} = 0,33$$

Технологічність з точки зору складання вузла, забезпечується.

Проведемо аналіз вушка на технологічність для умов середньосерійного виробництва, звівши його до таблиці 2.1.

З аналізу креслення деталі на основі даної таблиці можна зробити висновок що хоча деталь (вушко) має певні недоліки, але практично повністю відпрацьована на технологічність для серійного типу виробництва, тому що витрати на налагодження верстатів будуть порівняно невеликі з економією матеріалу і часу.

Проведемо аналіз штика на технологічність для умов середньосерійного виробництва, звівши його до таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності вушка

№ з.п.	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4
	Наявність зручних баз, які забезпечують жорстке і надійне закріплення заготовки, вільний підвід різального інструменту.	Заготовка має зручні технологічні бази	—
2	Можливість установки за допомогою простих настановчих і затискних елементів.	Технологічно	—
3	Можливість обробки отворів на прохід	Дана вимога задовольняється частково	—
4	Відсутність отворів довжиною, що більше $8 \dots 10 \varnothing$	Дана вимога задовольняється	—
5	Підрізування внутрішніх торців	Технологічно	—
6	Розточення кільцевих канавок	Технологічно	—
7	Наявність довгих оброблених поверхонь	Технологічно	—
8	Наявність кутів, відмінних від 45° та 90°	Технологічно	—
9	Зменшення номенклатури ріжучого інструмента.	Здебільшого застосовується стандартний інструмент	—

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
10	Наявність отворів з різьбою менше М6	Технологічно	—
11	Вид розточувального інструмента менше 350 мм	Технологічно	—
12	Величина припусків на заготовлю	Технологічно	Штапування у закритому штампі

Таблиця 2.2 – Аналіз технологічності штока

№ з.п.	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4
1	Наявність зручних баз, які забезпечують жорстке і надійне закріплення заготовки, вільний підвід різального інструменту.	Заготовка має зручні технологічні бази	—
2	Можливість установки за допомогою простих базуючих та затискних елементів.	Технологічно	—
3	Можливість обробки отворів на прохід	Дана вимога задовольняється не повністю	—
4	Відсутність отворів довжиною більше 8...10Ø	Дана вимога задовольняється	—

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
5	Підрізування внутрішніх торців	Технологічно	—
6	Розточення кільцевих канавок	Технологічно	—
7	Наявність довгих оброблюваних поверхонь	Дана деталь не має задовольняє цій вимозі	—
8	Наявність кутів відмінних від 45° та 90°	Технологічно	—
9	Зменшення номенклатури ріжучого інструмента	Застосовується здебільшого стандартизований інструмент	—
10	Наявність отворів з різьбою менше M6	Технологічно	Отвори з різьбою відсутні
11	Виліт розточувального інструмента менше 350 мм	Умова задовольняється	—
12	Величина припусків на заготовку	Технологічно	Штапування у закритому штампі

З аналізу креслення деталі на основі даної таблиці можна зробити висновок, що деталь практично повністю відпрацьована на технологічність для серійного типу виробництва, так як затрати на наладку верстатів будуть порівняно невеликі з економією матеріалу і часу.

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

На підприємстві кушко виготовляється в умовах одиничного виробництва, отже, при його виготовленні застосовуються стандартні універсальні пристрої, універсальні верстати та звичайний різальний інструмент. Для умов середньосерійного типу виробництва запропоновано максимально використовувати верстати з ЧПК та пристроїв спеціальної конструкції. Використання прогресивного та спеціального інструменту дозволяє підвищити швидкості різання та зменшити кількість переходів. Це значно зменшує штучний час виготовлення деталі, а відповідно і затрати енергії, інструменту і т. п. Це також зменшує собівартість деталі.

Шток амортизатора як і вушко виготовляють на підприємстві з прокату. Пропонується виготовлення методом штампування, що значно спрощує процес виготовлення та собівартість виробу.

Також за рахунок переходу з одиничного на середньосерійне виробництво, тобто використання верстатів з ЧПК, значно зменшується кількість переходів. Також збільшується кількість використання автоматизованих пристосувань, що значно полегшує умови праці та штучний час обробки.

Використання спеціальних засобів контролю у серійному виробництві порівняно з універсальними дає можливість більш ретельного контролю за точністю найбільш відповідальних поверхонь.

Також завдяки використанню екологічних мастил та мінімальному їх використанні при охолодженні зони різання можна зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище.

2.3 Маршрути обробки поверхонь

При розробці маршруту обробки поверхонь вирішуються задачі: вибрати з декількох варіантів обробки один, що забезпечує найбільш економічне рішення [48].

Складаючи маршрут обробки слід дотримуватись наступних правил:

- з метою економії праці і часу технологічної підготовки використовувати типові процеси обробки деталей та поверхонь;
- не проектувати обробку на унікальних верстатах;
- за можливістю використовувати стандартний різальний інструмент;
- обробляти найбільшу кількість поверхонь за один установ.

Для визначення числа ступенів обробки використовують формулу:

$$n = \lg \varepsilon / 0,46 \quad (2.1)$$

Уточнення ε визначають:

$$\varepsilon = \frac{T_{заг}}{T_{дел}} \quad (2.2)$$

Подаємо у таблицях 2.3-2.4 маршрути обробок вушка і штока гідравлічного амортизатора

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки поверхонь вушка (рисунки 1.2)

Позначення поверхні	Квалітет точності за кресленням	Допуск за кресленням, мкм	Шорсткість Ra, мкм	Допуск заготовки, мкм	Квалітет заготовки	Загальне уточнення	Можливі варіанти обробки поверхонь		Квалітет після обробки	Досягнутий допуск	Проміжні ступені уточнення	Загальне уточнення
							№ марш.	Переходи МОП				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	12	200	6,3	1150	14	1	1	Обточування торця	14	520	1	1
							2	Обточування торця	14	520	1	1
3	12	120	3,2	1150	14	2,5	1	Свердлення центр. отвору	12	120	2,5	2,5
				1150			2	Свердлення центр. отвору	12	120	2,5	2,5

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	12	120	3,2	300	14	2,5	1	Свердлення центр. отвору	12	120	2,5	2,5
							2	Свердлення центр. отвору	12	120	2,5	2,5
5	11	200	6,3	620	14	3,9	1	Чорнове точіння	11	160	3,9	3,9
							2	Чорнове точіння	11	160	3,9	3,9
6	10	87	6,3	620	14	3,9	1	Чорнове точіння	10	84	3,9	3,9
							2	Чорнове точіння	10	84	3,9	3,9
7	10	87	6,3	620	14	3,9	1	Чорнове точіння	10	84	3,9	3,9
							2	Чорнове точіння	10	84	3,9	3,9
8	11	300	6,3	620	14	2,5	1	Розточування	11	300	2,5	2,5
							2	Розточування	11	300	2,5	2,5
9	12	300	3,2	1150	14	1	1	Фрезерування площини	12	300	1,0	1,0
							2	Фрезерування площини	12	300	1,0	1,0
10	12	300	3,2	1150	14	1	1	Зенкування	12	300	1,0	1,0
							2	Зенкування	12	300	1,0	1,0
11	12	300	3,2	1150	14	1	1	Фрезерування площини	12	12	1,0	1,0
							2	Фрезерування площини	12	12	1,0	1,0
12	6	13	1,6	520	14	40	1	Свердлення отвору	10	84	6,2	39,7
								Зенкерування отвору	7	21	4,0	
								Розвертання отвору	6	13	1,6	
							2	Свердлення отвору	11	130	4,0	39,7
								Зенкерування отвору	7	21	1,6	
								Розвертання отвору	6	13	1,6	

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	6	13	0,4	520	14	40	1	Свердлення отвору	10	84	6,2	39,7
								Зенкерування отвору	7	21	4,0	
								Розвертання отвору	6	13	1,6	
							2	Свердлення отвору	11	130	4,0	39,7
								Зенкерування отвору	7	21	1,6	
								Розвертання отвору	6	13	1,6	
14	11	100	6,3	620	14	1	1	Розсвердлити отвір	11	100	1,0	1,0
							2	Розсвердлити отвір	11	100	1,0	1,0
15	12	180	6,3	620	14	1	1	Розточити канавки	12	180	1,0	1,0
							2	Розточити канавки	12	180	1,0	1,0
16	8	33	1,6	520	14	16	1	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
							2	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
17	11	100	3,2	100	14	1	1	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
							2	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
18	11	100	3,2	100	14	1	1	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
							2	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
19	11	100	3,2	100	14	1	1	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
							2	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
20	11	100	3,2	100	14	1	1	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
							2	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
21	11	100	3,2	100	14	1	1	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0
							2	Свердлення отвору	11	100	1,0	1,0

Таблиця 2.4 – Маршрут обробки поверхонь штока (рисунок 1.3)

Позначення поверхні	Квалітет точності за кресленням	Допуск за кресленням, мкм	Інструментність Ra, мкм	Допуск заготовки, мм	Квалітет заготовки	Загальне уточнення	Можливі варіанти обробки поверхонь		Квалітет після обробки	Досягнутий допуск	Проміжні ступені уточнення	Загальне уточнення
							№ маршрути	Переходи МОП				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	12	200	6,3	620	14	1	1	Фрезерування торця	12	200	1	1
							2	Обточування торця	12	200	1	1
2	12	120	3,2	300	14	2,5	1	Свердлення отвору	12	120	2,5	2,5
							2	Свердлення отвору	12	120	2,5	2,5
3	12	120	3,2	300	14	2,5	1	Проточування конічн. пов.	12	120	2,5	2,5
							2	Проточування конічн. пов.	12	120	2,5	2,5
4	12	400	6,3	620	14	1	1	Фрезерування торця	12	160	1	1
							2	Обточування торця	12	52	1	1
5	12	120	3,2	300	14	2,5	1	Свердлення цент. отвору	12	120	2,5	2,5
							2	Свердлення цент. отвору	12	120	2,5	2,5
6	12	300	6,3	620	14	1	1	Обточування торця	12	300	1,0	1,0
							2	Обточування торця	12	300	1,0	1,0
7	6	13	1,6	520	14	40	1	Чорнове точіння	10	84	6,2	39,7
								Чистове точіння	7	21	4,0	
								Шліфування	6	13	1,6	
							2	Чорнове точіння	11	130	4,0	39,7
								Чистове точіння	7	21	1,6	
								Шліфування	6	13	1,6	
								Полірування	6	13	1,6	
8	6	13	1,6	520	14	40	1	Чорнове точіння	10	110	6,2	40,7
								Чистове точіння	9	56	4,5	
								Шліфування	7	21	4,0	
								Полірування	6	13	1,6	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							2	Чорнове точіння	11	130	4,0	40,7
								Чистове точіння	9	56	4,5	
								Шліфування	7	21	4,0	
								Полірування	6	13	1,6	
9	14	620	3,2	620	14	1	1	Точіння	14	620	1,0	1,0
							2	Точіння	14	620	1,0	1,0
10	11	100	6,3	620	14	1	1	Розсвердлювання отвору	11	110	1,0	1,0
							2	Розсвердлювання отвору	11	110	1,0	1,0
11	11	300	6,3	620	14	2,5	1	Розточити канавки	11	300	2,5	2,5
							2	Розточити канавки	11	300	2,5	2,5
12	7	27	1,6	520	14	16	1	Свердлення отвору	12	140	3,9	15,6
								Розсвердлювання отвору	9	90	2,6	
								Розвертання отвору	7	27	1,6	
							2	Свердлення отвору	12	140	3,9	15,6
								Розсвердлювання отвору	9	90	2,6	
								Розвертання отвору	7	27	1,6	
14	14	300	12,5	300	14	1	1	Фрезерування	14	14	1	1
							2	Фрезерування	14	14	1	1
15	12	160	1,6	520	14	2,5	1	Чистове розточування	9	90	2,5	2,9
								Тонке розточування	7	20	1,6	
							2	Чистове розточування	9	90	2,5	3,9
								Тонке розточування	7	20	1,6	
16	12	210	1,6	520	14	2,5	1	Чорнове розточування	12	210	2,5	3,9
								Чистове розточування	9	100	1,6	
							2	Чорнове розточування	12	210	2,5	3,9
								Чистове розточування	9	100	1,6	
17	12	210	1,6	520	14	2,5	1	Чорнове розточування	12	210	2,5	3,9
								Чистове розточування	10	300	1,6	
							2	Чорнове розточування	12	210	2,5	3,9
								Чистове розточування	10	300	1,6	
18	12	120	3,2	300	14	2,5	1	Свердлення отвору	12	120	2,5	2,5
							2	Свердлення отвору	12	120	2,5	2,5

2.4 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

При розрахунково-аналітичному методі проміжний припуск Z_i на кожному технологічному переході повинен бути таким, щоб при його знятті ліквідовувались похибки обробки та дефекти поверхні нового шару, отримані на попередніх переходах (висота нерівностей $R_{z(i)}$, глибина дефектного шару T_{i-1} , просторові відхилення ρ_{i-1} в реставруванні оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь заготовки), а також похибки встановлення ε_{yi} оброблюваної заготовки, що виникають на виконуваному переході.

Мінімальні значення припусків по кожному технологічному переходу знаходимо за формулою (2.3) згідно [39]:

$$Z_{i \min} = 2 \left(R_{z(i-1)} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (2.3)$$

Числові значення R_z , T , ρ , ε вибираємо з джерела [39]. Розрахунок припусків надаємо у таблицях. Під час розрахунку використовуємо MS Excel. В таблицях 2.5 та 2.6 наведений розрахунок припусків.

Таблиця 2.5 – Операційні припуски для поверхні $\varnothing 30e6^{(-0,040/-0,053)}$

Технологічні переходи		Величини що визначають $Z_{\min}$, мкм				$2Z_{\min}$	$d_{\min}$	T_d	Граничні розміри заготовки		Граничні значення припусків	
		R_z	T	ρ	ε	мкм	мм	мкм				
Назва	Квалі								$d_{\min}$, мм	$d_{\max}$, мм	$2Z_{\min}$, мм	$2Z_{\max}$, мм
Заготовка	14	250	300	300	0		32,491	1500	32,491	33,991	-	-
Чорнове	11	120	120	50	0	1700	30,791	160	30,791	30,951	1,700	3,040
Чистове	9	25	50	32	0	580	30,211	62	30,211	30,273	0,580	0,678
Шліфування	7	5	10	10	0	214	29,997	25	29,997	30,022	0,214	0,257
Полірування	6	2	3	0	0	50	29,947	13	29,947	29,960	0,050	0,0620
Перевірка:											2,544	4,031

Допуск на заготовку - допуск надеталь 1,487
 $2Z_{\max} - 2Z_{\min}$ 1,487

Розраховані припуски зображуємо на рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 – Графічне розташування припусків та допусків
на обробку поверхні $\varnothing 30\text{e6}$ $\begin{pmatrix} -0,040 \\ -0,053 \end{pmatrix}$

Таблиця 2.6 – Операційні припуски для поверхні $\varnothing 28k6^{+0,015}_{+0,002}$

Технологічний переділ	Елементи припуску				Квалітет	Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір D_p , мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	R	T	ρ	Ey					Dmin	Dmax	2Zmin	2Zmax
Заготовка	250	300	300	-	14	-	30,745	1400	30,745	32,145	-	-
Чорнове точіння	200	200	80	0	12	1700	29,045	400	29,045	29,445	1700	2700
Чистове точіння	5	10	20	0	8	960	28,085	100	28,085	28,185	960	1260
Інстрування	2	3,2	-	0	6	70	28,015	13	28,002	28,015	83	170
Загалом											2743	4130
Перевірка:												
Допуск на заготовку - допуск на деталі					13/7							
$2Z_{max} - 2Z_{min}$					387							

Розраховані припуски зображено на рисунку 2.2.

Рисунок 2.2 – Графічне розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 28k6^{+0,015}_{+0,002}$

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Відповідно до завдання розробляємо затискне пристосування, яке дозволить якісно виконувати обробку, підвищити продуктивність праці та зменшити час виконання операції (рисунк 3.1) [3, 11, 14, 25, 26, 41].

Рисунок 3.1 – Пристосування для свердління:

1 – стійка; 2 – втулка; 3 – вкладень; 4 – палець; 5 – шток; 6 – кришка;
7 – основа; 8 – п'ята; 9 – поршень; 10 – прокладка; 11 – пружина; 12, 15 – гайба;
13, 16 – гайка; 14, 18 – гвинт; 17 – манжета

У даному пристосуванні виконується свердління отвору $\varnothing 4$ мм під кутом 49° . Заготовка за допомогою пневматичного поршня 9 притискається до вкладення 3

і щільно входить в паз, який знаходиться в ньому. Вкладень розташований у стійці 1, котра в свою чергу закріплена на литій чавунній основі 7 гвинтами 14. Для запобігання провертання заготовки вона базується за допомогою пальця 4, що закріплений на стійці. Пнемо-поршень розташований в основі пристосування і рухає шток по осі закріплення заготовки. Точність свердління забезпечується втулкою 2.

Принцип роботи пристосування: після встановлення заготовки, через отвір у кришці циліндра подається повітря в пневмосистему. Деталь підтискається пневмоприводом. Після проведення обробки повітря відводиться з системи і пружина 11 відкидає шток, що дає змогу без ускладнень зняти заготовку.

Базування заготовки вушка (рисунок 3.2) здійснюється зовнішньою циліндричною поверхнею (подвійною прямою базою: точками 1, 2, 3, 4), площиною (опорна база: точка опори 5) і для закріплення заготовки силою Р.

Рисунок 3.2 – Схема базування заготовки вушка

В затискному пристосуванні заготовка встановлюється у нього і щільно прилягає зовнішньою циліндричною поверхнею по внутрішньому циліндричному заглибленню вкладення 3, а торцем впирається у вкладиш. За допомогою пневматичного поршня вушко надійно затискається у пристосуванні.

Пристрій закріплюється на столі верстата і складається із стійки та корпусу – платформи, що також є корпусом пневмоциліндра.

3.2 Визначення зусилля затиску та сили різання

Для визначення потрібного зусилля затиску складемо розрахункову схему (рисунок 3.3) [14, 41]. На заготовку діє колова сила різання. Пристосування повинно забезпечувати надійне закріплення заготовки, необхідне при обробці.

Рисунок 3.3 – Розрахункова схема пристосування

Сила різання P_0 розраховується за формулою:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.1)$$

де $K_p = (\sigma_B / 750)^{0,75}$;

$C_p=68$; $y=0,1$; $c_1=0,4$ – значення коефіцієнтів і показників ступеня [9];

$V_c=24$ – швидкість різання, м/хв.;

$S_z=0,1$ – подача, мм/об

$D=4$ – діаметр отвору, мм.

$\sigma_{вр}=750$ МПа.

Тоді:

$$P_0=10 \cdot 68 \cdot 4^{0,4} \cdot 0,1^{0,7} \cdot (750/750)^{0,75}=236 \text{ (Н)}.$$

Так як деталь перпендикулярно осі затискання фіксується жорстко, то для визначення сили затискання деталі затискним пристосуванням потрібно лише розглянути проекцію сили P_0 на вісь затискання:

$$Q=P_0 \cdot \cos \alpha, \quad (3.2)$$

де α – кут нахилу осі;

Q – мінімальне значення сили затискання заготовки затискним пристосуванням;

Тоді

$$Q=236 \cdot \cos 49^\circ=236 \cdot 0,656=154,82 \text{ (Н)}.$$

3.3 Розрахунок параметрів силового приводу

За силою затиску, кількості місць її прикладання та типу затискного механізму розраховуємо основні конструктивні параметри пристосування.

Приймаємо пневмоциліндр одnobічної дії.

Діаметр поршня виразимо за формулою:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta. \quad (3.3)$$

Звідки

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.4)$$

де W – зусилля, що створюється силовим приводом, Н;

p – тиск у пневмосистемі, МПа (приймаємо $p=0,7$ МПа);

η – ККД пневмоциліндра ($\eta=0,9$).

Зусилля силового приводу визначаємо за формулою:

$$W = \frac{Q}{2 \cdot i} + Q_1 \quad (3.5)$$

де Q – сила затискання зготовки;

i – передаточне відношення механізму затиску ($i=1$);

Q_1 – сила пружин повернення затискного пристрою у вихідне положення,

$Q_1=125$ Н.

Тоді:

$$W = \frac{154,82}{2} + 125 = 202,4 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 202,4}{\pi \cdot 0,7 \cdot 0,9}} = 20,2 \text{ (мм)}.$$

Конструктивно приймаємо більший діаметр із стандартного ряду діаметрів:

$$D = 60 \text{ мм}.$$

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Розробка технологічного процесу виготовлення заготовки повинна здійснюватись на основі технічного і економічного принципів [8, 31, 49]. З декількох можливих варіантів технологічних процесів при інших рівних умовах вибирають найбільш економічний, при однаковій економічності – найбільш продуктивний.

Найбільш прийнятний спосіб для виготовлення заготовок типу шток та вушко є штампування.

У процесі об'ємного штампування відбувається вимушений перерозподіл металу в штампі молота, преса чи машини. Гаряче об'ємне штампування звичайно застосовують у серійному та масовому виробництві для виготовлення кованок масою до 100 кг (для важкого машинобудування – 400 кг і більше). Об'ємне штампування ефективне для виготовлення кованок із малопластичних сталей.

Перевагами штампування порівняно з іншими способами обробітку металу тиском є більша точність форми, розмірів і якості поверхонь кованок, можливість виготовлення складних за формою заготовок, вищий коефіцієнт використання матеріалу і продуктивність праці, нижчі вимоги до кваліфікації робітників, краща придатність до механізації та автоматизації виробничих процесів тощо.

Проаналізуємо два найбільш прийнятних методи виготовлення заготовок для деталі амортизатора: виготовлення з прокату та штампування.

Розрахуємо собівартість виготовлення заготовки вушка.

Собівартість заготовки, що виготовлена з прокату [3]:

$$C = Q \cdot S - (Q \cdot q) \cdot S_{\text{відх}} \quad (4.1)$$

де Q – маса заготовки з каліброваного прутка, $Q=8,2$ кг;

q – маса готової деталі вушка, $q=2,3$ кг;

S та $S_{\text{відх}}$ – відповідно вартість матеріалу прутка та відходів, за [1]: 439 ум. гр.од./т та 28 ум. гр.од./т;

Масу каліброваного прутка визначаємо за формулою:

$$Q = V \cdot \rho = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot \rho, \quad (4.2)$$

де V – об'єм заготовки, м^3 ;

ρ – густина, $\text{кг}/\text{м}^3$;

l – довжина заготовки, м.

$$Q = 3,14 \cdot (52 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,124 \cdot 7820 = 8,2 \text{ кг.}$$

Тоді

$$= \frac{(8,2 \cdot 439 - (8,2 - 2,3) \cdot 28) \cdot 27}{1000} = 91,8 \text{ грн.}$$

Ціну заготовки виготовленої методом штампування

$$C_{\text{к,ш}} = [C_{\text{бк,ш}} \cdot G_{\text{к,ш}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{в}} - (G_{\text{к,ш}} - G_{\text{г}}) \cdot C_{\text{відх}}], \quad (4.3)$$

де $C_{\text{бк,ш}}$ – базова ціна одного кілограму кованок (штамповок), виготовлених з базового матеріалу, з базовою точністю та складністю, за [1] – 439 ум. гр.од./т;

$C_{\text{відх}}$ – ціна одного кілограму відходів, за [1] – 28 ум. гр.од./т грн.;

$G_{\text{г}}$, $G_{\text{к,ш}}$ – маса відповідно готової деталі та кованки, кг,

K_T, K_c, K_M, K_n, K_p – коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної складності заготовки, марки матеріалу, програми річного замовлення та маси ковачки (штамповки).

При проектуванні кованих заготовок масу визначають з урахуванням витрат металу при вигоранні та облої. Маса деталі складає 2,3 кг.

Визначимо масу заготовки вушка за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{m_d}{K}, \quad (4.4)$$

де K – середній коефіцієнт використання металу, який прийmemo рівним 0,75 (при виготовленні заготовок штампуванням);

m_d – маса деталі.

$$Q_{\text{заг}} = \frac{2,3}{0,75} = 3,07 \text{ кг.}$$

Отже, для виготовлення деталі необхідно 3,07 кг вихідного матеріалу.

Підставивши отримані значення, маємо:

$$C_{\text{к.ш}} = [439 \cdot 3,07 \cdot 1,15 \cdot 1,14 \cdot 1,23 \cdot 1,27 \cdot 0,87 - (3,07 \cdot 2,3) \cdot 28] \times 27 / 1000 = 64,8 \text{ грн.}$$

Порівнюючи ці методи, можна відмітити, що метод виготовлення заготовки із прутка є дорожчим, а також при цьому методі знімається більша кількість матеріалу, тому доцільно обрати метод виготовлення заготовки – штампування.

Економічний ефект в цьому випадку буде становити:

$$E = (91,8 - 64,8) \cdot 9000 = 243000 \text{ грн.}$$

4.2 Розрахунок заземлення

Заземлення – це з'єднання металевого корпусу електроприладу, що живиться від небезпечної для життя напруги, з ґрунтом. Заземлення призначене для захисту людей від ураження напругою електричної мережі у випадку замикання фазного проводу на корпус електроприладу [4, 10, 12, 18-21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50].

Головна характеристика – опір заземлення, нормативне значення якого повинно становити:

- 1) ≤ 10 Ом при напрузі < 1000 В та потужності джерела живлення < 100 кВА;
- 2) ≤ 4 Ом при напрузі > 1000 В або потужності джерела живлення ≥ 100 кВА.

В залежності від будовою конфігурації існують декілька видів заземлюючих пристроїв: 1) контурне; 2) рядове; 3) променеве.

Розрахуємо контурне заземлення для обладнання з нижче приведеними даними $\rho = 200$ Ом·м, довжина вертикальних електродів $l = 4,5$ м діаметр стержнів $d = 30$ мм, горизонтальний електрод зі сталі 50 мм, відстань між вертикальними електродами $L_z = 1$ м, траншея глибиною $G = 1$ м, вертикальний електрод здійснюється над дном траншеї на $S = 0,15$ м, вологість ґрунту середня.

- 1) розрахований питомий опір ґрунту:

$$\rho_p = \rho \cdot \psi; \quad (4.5)$$

де $\psi = 1,5$ – коефіцієнт сезонності, що залежить від вологості ґрунту під час вимірювання питомого опору;

$$\rho_p = 200 \cdot 1,5 = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

- 2) глибина залягання середини вертикального електрода:

$$t_e = G - S + \frac{L_e}{2}, \quad (4.6)$$

$$t_e = 1,0 - 0,15 + \frac{3,0}{2} = 2,35 \text{ м};$$

3) опір розтікання струму одиничного вертикального електрода:

$$R_B = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_B} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot L_B}{d_B} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t_B + L_B}{4 \cdot t_B - L_B} \right) \quad (4.7)$$

$$R_B = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,0} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3,0}{0,03} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,35 + 3}{4 \cdot 2,35 - 3} \right) = 77,89 \text{ Ом};$$

4) визначимо потрібну кількість вертикальних електродів:

$$n = \frac{R_B}{R_2 \cdot \eta_B}, \quad (4.8)$$

де η_B – коефіцієнт використання вертикального електрода (приймаємо у цій формулі початково $\eta_B = 1,0$);

$$n = \frac{77,89}{10 \cdot 1,0} = 7,8 \approx 8 \text{ шт.};$$

5) визначимо довжину горизонтального електрода при контурному заземленні:

$$L = L_T \cdot n \quad (4.9)$$

$$L = 7 \cdot 8 = 56 \text{ м},$$

6) глибина залягання середини горизонтального електрода буде становити:

$$t_r = G - S \quad (4.10)$$

$$t_r = 1 - 0,15 = 0,85 \text{ м};$$

7) визначимо опір розтікання струму від горизонтальних електродів;

$$R_r = \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{r}{b \cdot t_r} \quad (4.11)$$

$$R_r = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 56} \cdot \ln \frac{56^2}{0,35 \cdot 0,85} = 9,56 \text{ Ом};$$

8) коефіцієнт використання вертикального електрода визначаємо за [50]:

$$\eta_B = 0,7;$$

9) коефіцієнт використання горизонтального електрода визначаємо за [50]:

$$\eta_r = 0,44;$$

10) уточнений опір заземлюючого пристрою:

$$R_o = \frac{R_B \cdot R_r}{R_r \cdot \eta_r + R_r \cdot \eta_B \cdot n}; \quad (4.12)$$

$$R_o = \frac{77,89 \cdot 9,56}{77,89 \cdot 0,44 + 9,56 \cdot 0,7 \cdot 8} = 7,79 < R_3 = 10 \text{ Ом.}$$

Висновок $R_0 = 7,79$ – захист забезпечено.

4.3 Установки пожежегасіння

При експлуатації будівель та споруд, в яких здійснюється виготовлення гідравлічного амортизатора, слід передбачити установки пожежегасіння [33, 42-46]. Стационарні установки пожежегасіння поділяють на автоматичні та ручні з дистанційним пуском. Найбільш широке розповсюдження набули установки водяного та пінного гасіння. В нашому випадку обираємо спринклерну систему пожежегасіння.

Спринклерні установки вмикаються автоматично при підвищенні температури середовища в приміщення до заданої межі. Датчиком є спринклер, оснащений легкоплавним замком, який розплавляється при підвищенні температури та відкриває отвір в трубопроводі з водою над джерелом пожежі. Спринклерна установка складається із системи магістральних, живлячих та розподільчих трубопроводів. Спринклерні зрошувачі встановлені на розподільчих трубопроводах. На магістральному трубопроводі встановлюється контрольно-сигнальний пристрій. В залежності від температури в захищеному приміщенні спринклерні системи можуть бути водяними (якщо температура в приміщенні на протязі всього року не нижче 4°C), повітряними (для охоплюваних приміщень, де не гарантується температура 4°C на протязі чотирьох найбільш холодних місяців року), повітряно-водяних (для охоплюваних приміщень, де температура вище 4°C підтримується протягом 8 місяців). На відміну від водяної, що складається із постійно заповнених водою всіх трубопроводів, повітряна спринклерна система заповнена водою тільки до контрольно-сигнального пристрою. Розподільчі трубопроводи, що розташовані вище цього пристрою, заповнюються повітрям, яке нагнітається компресором. При виникненні пожежі повітря виходить назовні через зрошувачі, після чого вода заповнює систему та потрапляє через зрошувачі на джерело пожежі.

Для виявлення початкової стадії пожежі передачі повідомлення про місце та час її виникнення існує пожежна сигналізація. Система пожежної сигналізації

складається із системних сповіщувачів, що об'єднані в сигнальну лінію, та перетворюють прояви пожежі (тепло, світло, дим) в електричний сигнал та вмикають світлову та звукову сигналізацію, а також автоматичні установки пожежегасіння. Найважливішим елементом сигналізації є датчики – пожежні сповіщувачі, які в залежності від проявів процесу горіння можуть бути тепловими, світловими та димовими. Найбільш розповсюджені теплові датчики за принципом дії поділяються на максимальні, диференціальні, максимально-диференціальні. Перші спрацьовують при досягненні певної температури, другі – від певної швидкості зростання температури, треті – від будь-якої превалюючої зміни температури.

ВИСНОВКИ

Отже, відповідно до отриманого завдання на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти та за результатами її виконання зроблено наступні висновки.

1 Визначено службове призначення вузла гідравлічного амортизатора, що застосовується у гусеничному тракторі. Наведено його технічну характеристику, складові частини. Проведено аналіз точності двох деталей амортизатора, а саме вушка і штока. Охарактеризовано конструкційний матеріал деталей вузла, надано рекомендації стосовно їх аналогів. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – середньосерійний.

2 Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталі. Проаналізовано діючі технологічні процеси виготовлення вушка, штока амортизатора гідравлічного. Розроблено маршрут обробки поверхонь деталі. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхонь штока $\varnothing 30e6$ мм і $\varnothing 28k6$ розрахунково-аналітичним методом.

3 Запропоновано конструкцію пневматичного пристосування для закріплення вушка під час механічної обробки свердлінням. Визначено зусилля затиску, а також розраховано параметри силового приводу.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки вушка гідравлічного амортизатора. Річний економічний ефект для програми випуску 9000 шт. склав 243000 грн. Розраховано заземлення для захисту від ураження напругою електричної мережі під час виготовлення гідравлічного амортизатора. Висвітлено заходи, спрямовані на забезпечення пожежної безпеки об'єктів.

5 У графічній частині роботи наведено складальне креслення гідравлічного амортизатора, робочі креслення його вушка та штока, креслення заготовок, а також складальне креслення затискного пристосування для свердління.