

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Підготовка машинобудівного виробництва для виготовлення
штоку поршневого компресору»

КРБ.133ГМбд_21[1].02.00.00.000 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]
БЕРЕЗОВСЬКИЙ Василь

Керівник: канд. техн. наук, доцентка
БІЛОВОД Олександра

Полтава – 2023 року

ВСТУП

На сьогоднішній день природний газ отримав найбільшу затребуваність. Він має доступну вартість, якщо порівнювати із електрикою, екологічний та універсальний, якщо порівнювати із дизелем чи твердим паливом. У випадках коли газопровід розташований далеко від об'єкту господарювання, розглядається варіант автономної газифікації. Вона полягає у встановленні газгольдеру, що являє собою резервуар для зберігання газової суміші. Газгольдер підключається до обладнання сільськогосподарського виробництва. Для заправки цього резервуару необхідно використовувати саме зріджений вуглеводневий газ, а не природний. Зріджений відрізняється кращими умовами транспортування та зберігання. За звичайних умов він перебуває у газовій фазі, а при збільшенні тиску – перетворюється на рідину. Найбільшою цінністю користується саме пропан-бутанова суміш, тому що зріджений чистий бутан не працюватиме за низьких температур, а пропан не рекомендовано використовувати за умов літньої спеки. Саме поєднання цих двох газів забезпечує оптимальний результат для кліматичного поясу України. Співвідношення пропану та бутану необхідно встановлювати таким чином: співмішування у розмірі 1:1; взимку 3:1.

До особливостей пропан-бутанової суміші відносять: висока крихітність парів; вага, більша за повітря; не має характерного запаху; при збільшенні тиску переходить до рідкого стану; значний рівень теплоємності; інтенсивне випаровування; велике значення коефіцієнту зміни об'єму при переході до газоподібної фази; характеризується інтенсивним випаровуванням.

Як відомо, компресор це різновид промислового обладнання. Він призначений саме для стиснення газу, повітря, різноманітних сумішей із подальшою їх подачею під тиском. Саме тому розробка та удосконалення конструкцій обладнання даного виду є важливою науково-технічною задачею [9-7, 13].

Шток, винесений на розгляд у кваліфікаційній роботі, є складовою частиною поршневого компресора, що використовується під час зрідження пропан-бутанової

суміші.

Отже, **мета** роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є поршневий компресор, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення штоку, що входить до його складу.

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

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційний матеріал, що застосовуються для виготовлення, а також визначити тип виробництва на підставі річної програми запуску виробу;
- здійснити відпрацювання на технологічність вузла та його деталі, запропонувати маршрут обробки поверхонь деталі, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналітичним та довідниковим методами;
- сконструювати записне пристосування для реалізації процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок;
- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки деталі, а також запропонувати технічні та організаційні заходи з охорони праці та довкілля на підприємстві машинобудівної галузі;
- розробити комплект технічної документації для заощпечення потреб підприємств галузевого машинобудування.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Компресор (рисунок 1.1, таблиця 1.1), призначений для стиснення парів насичених газів пропану-бутану.

Даний компресор – поршневий, крейцкопфний, V-подібний, дворядний, має один ступінь стиснення. Поршні отримують зворотно-поступальний рух від колінчастого валу компресора. Поршні поз. 32 використовують дещо менші, ніж циліндри, тому на поршнях використовують спеціальні напрямні кільця поз. 34, і потім вже ущільнюючі кільця поз. 35. Головка циліндра має два патрубки: всмоктуючий та нагнітальний.

При русі поршня вниз в циліндрі створюється розрідження. Всмоктуючий клапан відкриває отвір у диску, і суміш газу надходить в камеру циліндра. При русі поршня вгору дана суміш стискається. Під дією стиснутого газу відкривається нагнітальний клапан, і суміш пропан-бутану через отвори диска і отвір в головці циліндра надходить у систему.

Зворотно-поступальний рух поршня отримує від колінчастого валу через шатун, до якого пальцем кріпиться крейцкопф, котрий з'єднаний різьбою із штоком, на який одітий поршень, і який, у свою чергу, кріпиться гайкою і стопориться цупковим з'єднанням. Циліндр, головка та напрямна циліндра мають ребра для покращення тепловіддачі та підвищення жорсткості. Колінчастий вал компресора встановлено в кулькоподшипниках, які змонтовано у корпусі. В кришці є отвори для зв'язку з атмосферою. В нижній частині корпусу з обох боків знаходяться отвори, які закриваються пробками для злиття масла.

Рівень масла перевіряється щупом.

В основі корпусу є чотири отвори $D=20$ мм для кріплення компресора до станини машин.

Рисунок 1.1 – Компресор поршневий

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика компресора поршневого

Параметр	Значення
1	2
1. Робоче середовище	пари пропану, бутану та їхньої суміші (домішки метану, етану, етилену не більше 4–6%)
2. Тип компресора	поршневий, крейцкопфний, U-подібний, дворядний
3. Число ступенів стискання	1
4. Число циліндрів	2
5. Діаметр циліндра, мм	90
6. Хід поршня, мм	98
7. Діаметр штока, мм	26
8. Частота обертання, s^{-1}	16,3
9. Напрямок обертання колінчастого вала (при погляді зі сторони привода)	за годинниковою стрілкою

Продовження таблиці 1.1

1	2
10.Початковий стан газу: тиск, МПа мінімальний максимальний	0,15 1,1
11.Кінцевий стан газу: тиск, МПа мінімальний максимальний температура, °С	0,45 1,6 120
12.Максимальний перепад тисків, МПа, не більше	0,5
13.Об'ємна продуктивність, приведена до початкових умов при номінальному режимі, м ³ /с (допустиме відхилення ±5%)	0,016
14.Тип змазки механізму руху	комбінована під тиском і розбризкуванням
15.Тиск у системі змазки, МПа	0,17...0,30
16.Об'єм мастила, що заливається в картер, м ³	3,5x10 ⁻³
17.Максимальна потужність на валу компресора, кВт, не більше	11,0
18.Маса найбільш важкої складальної одиниці (корпус зібраний з валом колінчастим), кг, не більше	55

Дана модель компресора найбільш широкого застосування набула при транспортуванні насичених парів пропан-бутанових сумішей, їх зберіганні у спеціальних сховищах, а також при експлуатації на об'єктах автономного газопостачання сільськогосподарського виробництва.

Деталлю, обраною для проектування є шток (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Шток компресора поршневого

Дана деталь працює в умовах змінних навантажень розтягу-стиску. Шток слугує для з'єднання із кривкопфом та передачі зворотно-поступального руху поршню від колінчастого валу через шатун. Найбільш протяжна поверхня деталі має найбільш суворі вимоги до виготовлення і найвищу точність, малу шорсткість поверхні, оскільки дана поверхня у процесі роботи контактує із поверхнею ущільнювача. Деталь має значну довжину 367 мм, при тому, що повинна забезпечувати високі умови жорсткості.

Шток виготовлено із сталі марки 40Х за ДСТУ 7806:2015 [16, 36].

1.2 Аналіз параметрів точності

Складальне креслення компресора, наведене у графічній частині, містить достатню кількість видів, розрізів, перетинів, що необхідні для правильного розуміння конструкції складальної одиниці та її роботи. Наявна повузлова нумерація, але не в достатній кількості встановлена подетальна нумерація.

Складальна одиниця не містить високих вимог по поточності та технічних умовах на її виготовлення.

Наявність габаритних, приєднувальних, основних посадочних та міжосьових розмірів достатня, хоча можливе їх проставлення ще на декількох спряжених поверхнях.

Дана деталь – шток (рисунок 1.2) має циліндричну форму і за прийнятою класифікацією відноситься до класу «вал». Проводячи аналіз точності деталі, заносимо її параметри до таблиці 1.2 [17, 22, 47-48].

Таблиця 1.2 – Параметри точності штоку

Тип поверхні	Розмір і допуск	Квалітет	Відхилення		Шорсткість Ra, мкм
			Форми	Розташування	
	2	3	4	5	6
Циліндрична	$\phi 26_{(-0,013)}$	h6	$\sqrt{0,02}$	—	0,1
Канавка	$\phi 17,7$	h12	—	—	3,2
Канавка	$\phi 13$	h12	—	—	3,2
Циліндрична	$\phi 17_{\begin{matrix} (-0,005) \\ (-0,017) \end{matrix}}$	g6	—	$\odot 0,06$	0,8
Канавка	$\phi 12$	h12	—	—	3,2
Площинна	$22_{(-0,33)}$	h13	—	—	3,2
Різьба метрична	M20×1,5-6g	h7	—	—	1,6

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
Різьба метрична	M16×1,5-6g	h7	—	—	1,6
Торець	363	h14	—	—	6,3
Торець	77	±IT14/2	—	↗0,02	0,8
Торець	30	±IT14/2	—	⊥0,04/100	0,8
Па	42	±IT14/2	—	—	3,2

Проаналізувавши точність параметрів штока, можна зробити висновок, що вимоги до точності розмірів і шорсткості дещо завищені. Максимальний квалітет точності 6-ий, а мінімальна шорсткість $R_a = 0,1$ мкм. Вона є досяжною.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Шток – деталь, що призначена для передачі зворотного-поступального руху вздовж своєї осі при значних зусиллях розтягу-стиску. Дана деталь працює в умовах великих навантажень і виготовлена зі сталі 40X ДСТУ 1206:2015 з прокату [7, 34, 36]. Дана сталь відноситься до ряду конструкційних легко легованих хромових сталей, які використовуються для виготовлення деталей машин та конструкцій.

Конструкційна сталь має дуже високі технологічні властивості: добре оброблюється тиском після нагріву (прокат, ковка, штамповка) і різанням, має високі властивості прогартовуваності і мале схильності до втрати вуглецю, деформації та тріщиноутворення при термообробці.

Сталь 40X відноситься до конструкційних легко легованих сталей із середнім вмістом вуглецю 0,3-0,5%. Такі сталі використовують після нормалізації, поліпшення та поверхневого гартування для найрізноманітніших деталей в усіх галузях машинобудування. Сталі цієї групи плавлять з суворим додержанням умов по відношенню до складу шихти, ведення плазми і розливу. До таких сталей

висувають високі вимоги по хімічному складу і структурі: вміст сірки $S \leq 0,04\%$, фосфору $P \leq 0,035 \dots 0,04\%$, а також найменшу кількість неметалевих включень.

Як варіант заміни сталі 40X, запропонуємо використовувати сталь 45X. Сталь 45X також відноситься до конструкційних легколегованих сталей. Для порівняння хімічних і фізичних властивостей сталі 40X і сталі 45X занесемо їх показники до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад та властивості матеріалів

Марка матеріалів	Хімічний склад, %									Механічні властивості		
	C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni	σ_B , МПа	δ , %	НВ, МПа
40X	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	$\leq 0,025$	$\leq 0,025$	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	1000	19	217
45X	0,09-0,15	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$	12-14	0,025	$\leq 0,025$	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	1050	9	220

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингове дослідження показало попит ринку у компресорах поршневих для зрідження пропан-бутанових газових парів у кількості 100 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою [28, 30, 35]:

$$N_{\text{зан}} = (N_{\text{вип}} + N_{\text{зч}}) \cdot (1 + k_{\text{бр}}) \quad (1.1)$$

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

$N_{\text{зч}}$ – 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 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{зан} = (100 + 0,04 \cdot 100) \cdot (1 + 0,025) = 107 \text{ (шт.)}.$$

Максимальна маса оброблюваних загосток деталей вузла не перевищує 30 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – дрібносерійне.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Аналіз технологічності вузла є одним з ключових моментів, так як саме цей пункт визначає, наскільки буде змінено процес складання та пригонки його частин. Крім того, аналіз технологічності є одним з найважливіших моментів у поліпшенні ергономічних, економічних та технічних якостей виробу [2].

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

Конструкція компресора є досить складною. Вона складається зі значної кількості деталей. 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 підгоночні операції. При проведенні поточних технічних оглядів та ремонтів вузол досить легко розбирається.

Технологічність із точки зору складання вузла, на наш погляд, забезпечується.

Конструкція машини, деталі, вузла є технологічною, якщо вона відповідає усім технічним та експлуатаційним вимогам, коли на її виготовлення та обслуговування витрачається мінімальна кількість суспільної праці.

За умов дрібносерійного виробництва вимоги до технологічності базуються на таких принципах, як досягнення мінімальної кількості операційних переходів, максимальної концентрації переходів, що призводить до зменшення номенклатури дорогого обладнання. Усі ці фактори мають суттєвий вплив на собівартість виготовлення деталей та заготовок.

Основні вимоги до технологічності штока заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності штоку

№ з.п.	Назва деталі	Показники технологічності	Висновки по показниках технологічності	Дії по поліпшенню технологічності
1	2	3	4	5
1	Шток	Наявність зручних баз, що забезпечують необхідну орієнтацію та надійне закріплення деталі?	Так, технологічно.	Закріплення у самоцентруючому патроні.
2		Чи є можливість установки за допомогою простих настановних і затискних елементів?	Так, технологічно.	Можливе встановлення у центрах.
3		Чи допускає жорсткість вала отримання високої точності обробки?	Ні, нетехнологічно.	Конструкція деталі не досить жорстка. Відношення діаметра до довжини більше 10.
4		Чи є можливість обробки поверхонь прохідними різцями?	Так, технологічно.	-
5		Чи можливо зменшити діаметри великих фланців або виключити їх взагалі?	Так, технологічно.	Фланці відсутні.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
6	Штук	Чи можливо замінити закриті шпонкові канавки відкритими?	Так, технологічно.	Канавка виконується дисковою фрезою.
7		Чи мають поперечні канавки форму і розміри, що придатні для обробки на гідрокопіювальних верстатах?	Так, технологічно.	Наявність металорізального обладнання забезпечує даний показник технологічності.
8		Чи є наявність довгих точних оброблених поверхонь?	Так, нетехнологічно.	Метод обробки забезпечує даний показник технологічності
9		Наявність кутів, відмінних від 45°.	Так, технологічно.	-
10		Чи є великі перепади діаметрів?	Ні, технологічно	-
11		Безліччина припусків та заготовки	Технологічно	Заготовка із прокату
12		Чи є поверхні, які неможливо виміряти стандартним вимірювальним інструментом?	Ні, технологічно	-

Розглянувши таблицю, можна зробити висновки, що в цілому деталь за більшістю показників є технологічною для умов автоматизованого виробництва.

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

При проектуванні за програмою необхідне детальне розроблення технологічних процесів виготовлення кожної деталі зі складанням детальних технологічних карт та нормуванням часу обробки по операціях. Ця робота має дуже великий обсяг і потребує багато часу.

Діючий технологічний процес містить значну кількість розрізнених операцій механічної обробки. При чому дані операції в основній своїй масі виконуються на універсальному обладнанні, що відбивається на величині гнучного часу обробки деталі. Ця обставина також вимагає значної кількості проміжних контрольних операцій, що також збільшує час обробки.

Тому, при розробці технологічного процесу, для механічної обробки використаємо складні верстати з ЧПК, що дасть можливість зменшити машинний час у порівнянні з копіювальними верстатами, а також підвищити точність виготовлення деталі та зменшити номенклатуру різальних та вимірювальних інструментів.

У технологічному процесі використовуються спеціальні різальні інструменти, що надходять разом із верстатами.

Важливо відмітити, що особливістю маршруту обробки на верстатах з ЧПК є те, що на кожному установі де виконується обробка цих розмірів, потрібно обирати початок відліку, тобто нуль деталі.

Таким чином, нам потрібно переробити початкове креслення деталі, проставивши розміри від початку відліку, тобто від нуля деталі. Початкове креслення зображене на рисунку 2.1. Перероблене креслення зображене на рисунках 2.2 та 2.3.

Нуль деталі при першому установі буде розташований на горці деталі з $6 \times 1,5-6g$ на осьовій лінії. Нуль деталі при другому установі буде розташований на торці деталі з $M20 \times 1,5-6g$ на осьовій лінії.

Таким чином, отримуємо перероблене креслення деталі, що може використовуватися при складанні технологічного процесу на верстатах із ЧПК.

Рисунок 2.1 – Креслення деталі (базове)

Рисунок 2.2 – Креслення деталі (перероблене) для операції токарної обробки

Рисунок 2.3 – Креслення деталі (перероблене) для операції токарної обробки

2.3 Маршрути обробки поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші: за товщиною, шорсткістю та ін. [48]. Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_D} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \cdot \dots \cdot \frac{T_3}{T_{i-1}} \cdot \dots \cdot \frac{T_3}{T_{n-1}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_i^n \varepsilon_i, \quad (2.1)$$

де ε – загальне значення;

ε_i – окремі ступені уточнення,

n – число ступенів обробки;

T_3, T_D, T_i – відповідно допуски для заготовки, деталі, окремого ступеня обробки.

Розкладаючи загальне значення на множники, потрібно врахувати типові рекомендації: для першого ступеня чорнової обробки достатніми є

величини уточнення $\varepsilon < 6$; для проміжних ступенів напівчистої обробки $\varepsilon = 3 \dots 4$; для ступенів чистої обробки $\varepsilon = 1,5 \dots 2$.

Для найбільш спрощеного вибору числа ступенів обробки необхідно застосувати формулу:

$$n_p = \lg(\varepsilon) / 0,46. \quad (2.2)$$

Можливі методи обробки поверхні деталі подані у таблиці 2.2 (рисунок 2.4).

Рисунок 2.4 – Поверхні деталі, що зазнають обробки

Таблиця 2.2 – Можливі варіанти технологічних методів обробки поверхонь

Позначення поверхні	Квалітет точності	Допуск за кресл.	Шорсткість за кресленням	Допуск заготовки	Квалітет заготовки	Загальне уточн.	Номер маршруту	Можливі маршрути обробки поверхонь	Квалітет після обр	Досягнений допуск	Коеф. уточнень	Загальне уточн.
								Перехід МОП				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,2	14	0,25	6,3	1,4	15	5,6	1	Фрезерування торця	12	0,25	5,6	5,6
								Підрізка торця	12	0,25	5,6	5,6
3	6	0,011	0,8	1,4	15	108	1	Точіння чорнове	14	0,73	1,9	108
								Точіння напівчистове	12	0,3	2,43	
								Точіння чистове	8	0,1	3	
								Шліфування	6	0,011	7,7	
							2	Точіння чорнове	12	0,8	1,75	108
								Точіння напівчистове	9	0,4	2	
								Точіння чистове	7	0,2	2	
								Точіння тонке	6	0,011	15,4	
							3	Точіння чорнове	12	0,8	1,75	108
								Точіння напівчистове	10	0,5	1,8	
Шліфування чистове	7	0,09	5,6									
Шліфування тонке	6	0,011	6,9									

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	6	0,013	0,1	1,4	15	108	1	Точіння чорнове	14	0,73	1,9	108
								Точіння напівчистове	12	0,3	2,43	
								Точіння чистове	8	0,1	3	
								Полірування	6	0,013	7,7	
2							2	Точіння чорнове	12	0,8	1,75	108
								Точіння напівчистове	9	0,4	2	
								Точіння чистове	7	0,2	2	
								Точіння тонке	6	0,013	15,4	
3							3	Точіння чорнове	12	0,8	1,75	108
								Точіння напівчистове	10	0,5	1,8	
								Шліфування чистове	7	0,09	5,6	
								Шліфування тонке	6	0,013	6,9	

2.4 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будемо на підставі обраних етапів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схеми базування та призначених металорізальних верстатів (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 - Маршрут обробки

Операція	Обладнання	Зміст переходів
1	2	3
Операція 005 Заготівельна	Верстат ножовочний 872А	Відрізати заготовку з прутка, витримуючи розмір $369^{+1,6}_{-0,8}$
Операція 010 Термічна		Гартування з відпуском
Операція 015 Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний напівавтомат моделі МР-71М	Фрезерувати торці 1,2 , витримуючи розмір $363_{-0,5}$ мм Центрувати 2 отвори А3,15 на поверхнях 1,2
Операція 020 Токарна	Токарний верстат з ЧПК моделі 16Б16Ф3-05	Точити пов.3 начорно, витримуючи розмір $\phi 19,6_{-0,5}$ мм. Точити канавку 4 Точити канавку 5 Точити фаску 7 Точити пов.3 напівчисто, витримуючи р-р $\phi 17,6_{-0,45}$ мм Точити начисто пов.3 Точити начисто пов.6 На пов.6 нарізати різьбу М16×1,5-6g

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
Операція 025 Токарна	Токарний верстат з ЧПК моделі 16Б16Ф3-05	Точити пов.8 начорно, витримуючи розмір $\phi 27,5_{-0,5}$ мм Точити канавку 9 Точити фаску 11 Точити фаску 12 Точити пов.10 начорно, витримуючи розмір $\phi 22,3_{-0,5}$ мм Точити начисто пов.8 Точити пов.10 напівчисто, витримуючи р-р $\phi 20,6_{-0,1}$ Точити начисто пов.10 На пов.10 нарізати різьбу М20×1,5-6g.
Операція 030 Фрезерна	Горизонтально-фрезерний моделі 6М83Г	Фрезерувати дві лиски пов. 13, витримуючи р-р 22 _{-0,33}
Операція 035 термічна	установка високочастотна ЛЗ-13	Гартувати поверхню 8 до твердості HRC 450..46
Операція 040 Фрезерна	Вертикально-фрезерний моделі 692Р	Фрезерувати паз 14
Операція 045 Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	Шліфувати пов.8
Операція 050 Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б164	Шліфувати паз 3
Операція 055 Полірувальна	Токарний гвинт різний 16К20	Полірувати пов.8
Операція 060 Слюсарна	Верстак слюсарний	Притупити гострі країки, розмагнітити цук

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
Операція 065 Мийна	Машинна для миття	Промити деталь
Операція 070 Контроль		Технічний контроль ВТК, маркувати деталь

2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [37-39].

Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це поверхня $\phi 26h6_{(-0,013)}$.

Розрахунковий припуск при обробці зовнішньої циліндричної поверхні визначається:

$$2z_{i \min} = D_{i \min} - D_{i-1 \min}, \quad (2.3)$$

де $2z_{i \min}$ – мінімальний припуск на діаметр;

$D_{i \min}$ – мінімальний розмір на переході, що виконується;

$D_{i-1 \min}$ – мінімальний на попередньому переході.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхонь обергання

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.4)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

ρ_{i-1} – сумарні відхилення розташування поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне) і у деяких випадках відхилення форми поверхні (відхилення від площинності, пряmolінійності) на попередньому переході;

ε_i – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Для заготовки: $R_{z-1} = 160$ мкм; $T_{i-1} = 200$ мкм; ρ_1 – кривизна заготовки $\rho_1 = 800$ мкм; ρ_2 – відхилення нециліндричності: $\rho_2 = 300$ мкм.

Загальне значення просторових відхилень буде дорівнювати:

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2} \quad (2.5)$$

Підставивши значення одержимо:

$$\rho = \sqrt{800^2 + 300^2} = 854 \text{ мкм.}$$

При встановленні заготовки в трикутчастий патрон складові похибки встановлення будуть рівними: $\varepsilon_6 = 0$ мкм; $\varepsilon_3 = 140$ мкм; $\varepsilon_{np} = 0$.

Таким чином, $\varepsilon_y = 140$ мкм.

На чорновому та чистовому переходах похибка установки $\varepsilon_y = 0$, так як деталь не переустанавливается.

Остаточне просторове відхилення визначаємо за формулою:

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho, \quad (2.6)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми.

Після чорнового точіння: $\rho_1=0,06 \cdot 854= 51,2$ мкм; чистового точіння: $\rho_2=0,05 \cdot 854=42,7$ мкм; шліфування: $\rho_3=0,04 \cdot 854= 34,2$ мкм; полірування: $\rho_4=0,03 \cdot 854= 26$ мкм.

Результати розрахунку заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів при обробці поверхні $\phi 26h6_{(-0,013)}$ деталі

Технологічний перехід	Елемент припуску				Розрах. припуск Z_{\min} , мкм	Розрах. розмір d_p , мм	Допуск σ , мкм	Граничний розмір		Граничн. припуск	
	R_z	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	160	200	55,4	-	-	29,186	1400	31,4	32,8	-	-
Точіння чорнове	50	50	51,2	140	2428	26,759	327	26,77	27,097	2683	4255
Точіння чистове	25	25	42,7	-	498,16	26,26	81,3	26,263	26,344	513	753
Шліфування	5	5	34,2	-	185,4	26,075	32,7	26,075	26,107	188	237
Полірування	5	5	26	-	88,32	25,987	13	25,987	26,000	88	107

Зробимо перевірку розрахунків.

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = \varepsilon_3 - \sigma_3, \quad (2.7)$$

$$1460 - 13 = 5325 - 3965;$$

$$1387 = 1387.$$

Припуски розраховані вірно.

На рисунку 2.5 наведено розташування припусків та допусків при обробці $\phi 26h6(-0,013)$ деталі.

Рисунок 2.5 – Графічне розташування припусків та допусків $\phi 26h6(-0,013)$ мм деталі

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідниками. Отримані результати заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Припуски на обробку інших поверхонь деталі

№	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск, мм	Квалітет	Технологічний допуск
1	2	3	4	5	6
1,2	Торці, $l=363$	Фрезерування	2,9	IT12/2	-0,5

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
3	Циліндрична $\phi 17g6^{-0,006}$ $-0,017$	Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння Шліфування	6,47 1,0 0,3 0,006	14 11 7 6	+0,4 -0,5 -0,05 0,011
4,5 9	Канавка	Напівчистове точіння	7,2	14	$\pm 0,3$
6	Циліндрична $\phi 16_{-0,52}$	Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння	6,47 1,0 0,5	14 11 9	$\pm 0,4$ -0,5 -0,52
10	Циліндрична $\phi 20$	Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння	6,47 1,0 0,3	14 11 9	+0,15 $\pm 0,13$ -0,15
13	Площинна 22h13	Фрезерування чорнове	2,0	14	-0,33
14	Площинна 13 $_{-0,1}$	Фрезерування чорнове	3,0	14	-0,1

* Припуски на поверхню 8 визначені розрахунково-аналітичним методом і занесені до таблиці 2.4.

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

На даному етапі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено пристосування для закріплення деталі на операції 020, 025 механічної обробки (рисунок 3.1, 3.2) [3, 11, 14, 25, 26, 41].

Базування заготовки штока здійснюється зовнішньою циліндричною поверхнею $\phi 26h6$, площиною торця заготовки та центрувальними отворами.

При такій схемі базування виключається переміщення заготовки у трьох взаємно перпендикулярних напрямках, а також – обертання у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Рисунок 3.1 – Схема базування заготовки деталі на операції 020

Рисунок 3.2 – Схема базування заготовки вали на операції 025

Пристосування (рисунок 3.3) призначене для закріплення деталей по зовнішній необробленій поверхні з одночасним центруванням підведеним центром

13. Тиском деталі центр утопає і забезпечує досилання її торця до упору в базову поверхню гайки 9.

Центр при затисканні запирається автоматично кулачками 21, які надають сухарям 6 і повзунам 8 обертання (відносно вісі патрона). Завдяки похилим пазам повзунам передається поступальний рух вздовж вісі пазів. При цьому сухарі переміщуються по похилих пазах і досилають кулачки до упору в гайку 9.

Рисунок 3.3 – Пристосування затискне
(патрон поводковий із плаваючим центром)

Перевага даного затискного пристосування у цьому випадку полягає у скороченні часу на установку та закріплення заготовки за рахунок автоматичного затискання під дією крутного моменту.

3.2 Визначення зусилля затискання

Під час токарної обробки для затиску заготовки використовується поводковий патрон. Сили, що діють у даному випадку на заготовку, зображено на рисунку 3.4.

Рисунок 3.4 – Розрахункова схема затискного пристосування [3, 14, 26, 41]

Сумарна сила затиску розраховується за формулою:

$$W_{\Sigma} = \frac{k \cdot M}{f \cdot R} = \frac{k \cdot P_z \cdot r}{f \cdot R} \quad (3.1)$$

Визначимо складову сили різання P_z за формулою:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (3.2)$$

де C_p , x , y , K_p коефіцієнти, які ми вибираємо за довідником [9]

$$C_p = 320, \quad x = 1, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15$$

Маємо

$$P_z = 10 \cdot 320 \cdot 2,5^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 46,7^{-0,15} \cdot 1,364 = 6130,654 \text{ (Н)}$$

Крутний момент котрий буде діяти на заготовку:

$$M_{KP} = r \cdot P_z = 0,013 \cdot 6130,654 = 79,7 \text{ (Н·м)} \quad (3.3)$$

f – коефіцієнт тертя ($f=0,15$). Тоді знаходимо:

$$W_{\Sigma} = \frac{1,5 \cdot 79,7}{0,15 \cdot 26} = 30,65 \text{ (Н)}.$$

Тоді на один кулачок патрона припадає сила $\frac{W_{\Sigma}}{2}$, тобто:

$$W = \frac{30,65}{2} = 15,325 \text{ (Н)}$$

Отже за розрахунками видно, що необхідна сила затиску заготовки не перевищує допустимого для даного затискного пристрою 110 Н.

3.3 Розрахунок на міцність слабкої ланки

Розрахунок виконуємо для різьби гвинта, що здійснює притискання кулачка до деталі. Розрахунок на міцність здійснюється формулою:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q_{\max}}{F_{\min}} \leq [\sigma_p], \quad (3.4)$$

де Q_{\max} – максимальна сила затиску, Н.

$[\sigma_p] = 190 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на розтяг;

F_{\min} – площа поперечного перерізу різьби М10 (внутрішній діаметр 8,6 мм);

$$F_{\min} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8,6^2}{4} = 58,1 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Тоді величина діючого напруження становитиме:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 110}{58,1} = 7,6 \text{ (МПа)};$$

$$7,6 < 190.$$

Отже, робимо висновок, що міцність є достатньою.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Виготовлення заготовок є одним із основних етапів машинобудівного виробництва, що визначає витрати матеріалів та енергії, трудомісткість виготовлення та якість виробів.

Для порівняння виберемо два способи стримання заготовки штоку із сталі 40Х: виготовлення з прокату та виготовлення штампуванням. Проведемо порівняння їх собівартості одержання із використанням [8, 31, 49]:

Собівартість заготовки, виготовленої з прокату, можна розрахувати за формулою [7]:

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

де Q – маса заготовки з каліброваного прутка, $Q=2,246$ кг,

q – маса готової деталі, $q=1,3$ кг;

S та $S_{\text{відх}}$ – відповідно вартість матеріалу прутка та відходів, $S=45$ грн/кг; $S_{\text{відх}}=15$ грн/кг [1].

$$C = 2,246 \cdot 45 - (2,246 - 1,3) \cdot 15 = 86,9 \text{ (грн.)}$$

Ціну заготовки виготовленої куванням чи штампуванням, визначаємо за формулою:

$$C_{\text{к,ш}} = [C_{\text{бк,ш}} \cdot G_{\text{к,ш}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{е}} \cdot K_{\text{в}} - (G_{\text{к,ш}} - G_{\text{д}}) \cdot C_{\text{відх}}], \quad (4.2)$$

де $C_{\text{бк,ш}}$ – базова ціна одного кілограму кованок (штамповок), виготовлених з базового матеріалу, з базовою точністю та складністю, грн.; $C_{\text{бк,ш}}=48$ грн/кг;

$C_{\text{відх}}$ – ціна одного кілограму відходів, грн. $C_{\text{відх}}=15$ грн/кг [1].

$G_d, G_{к,шт}$ – маса відповідно готової деталі та кованки, кг; $G_{к,шт} = 2,07$ кг;

$K_T, K_C, K_M, K_{П}, K_B$ – коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної складності заготовки, марки матеріалу, програми річного замовлення та маси кованки (штамповки) [7]: $K_T=1,23$; $K_C=1,14$; $K_M=1$; $K_{П}=1,09$; $K_B=1,04$.

Підставивши отримані значення, маємо:

$$C_{к,шт} = [48 \cdot 2,07 \cdot 1,23 \cdot 1,14 \cdot 1 \cdot 1,09 \cdot 1,04 - (2,07 - 1,3) \cdot 15] = 146,4 \text{ (грн.)}$$

Порівнюючи ці методи, можна відмітити, що метод виготовлення заготовки із прутка дешевший, тому обираємо його. Хоча за рахунок більшої кількості матеріалу, що знімається (відповідно і більшої кількості затрачуваної енергії), доцільно було б обрати метод виготовлення заготовки штампуванням на ГKM, але це не виправдовується економічно у нашому випадку, оскільки досить мала програма випуску виробів.

Економічний ефект у цьому випадку буде становити:

$$E = (146,4 - 52) \cdot 107 = 10101 \text{ (грн.)}$$

4.2 Технічні та організаційні заходи із охорони праці

У системі заходів із охорони праці першочергове значення мають заходи з техніки безпеки, направлені на забезпечення безпечних умов роботи [4, 10, 12, 18, 21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50].

При роботі на металорізальних верстатах велика можливість нещасних випадків, тому необхідно дотримуватися певних вимог. Не виконання встановлених правил роботи може призвести до трагічних випадків. Так вимірювання розмірів заготовок при роботі верстата недопустимо, оскільки робітник може пошкодити руку рухомими частинами обладнання.

Робочі місця повинні бути оснащені стелажми для зберігання пристосувань, інструменту, перевірочних шаблонів і мають розміщуватися за зоною переміщення вантажів.

Устаткування повинне бути встановлено на міцних фундаментах та основах; все електроустаткування, що може бути під напругою повинне бути заземлене. Всі доступні для дотику струмоведучі елементи повинні бути огорожені або закриті. Щитки і рубильники необхідно встановлювати в глухих металічних кожухах, що закриваються на замок і мають написи про використовувану напругу.

Безпечність робіт на круглошліфувальних верстах забезпечується огороженнями круга, в деяких випадках і столу.

Устаткування, що працює з виділенням пилю (наприклад, сухе шліфування, заточка), потрібно розміщувати в окремому приміщенні, ізольованому від інших приміщень перегородками. В цих відділеннях повинна бути передбачена загальна приточна вентиляція і пилосвідсмоктування від кожного місця виділення пилю.

Шліфувальні верстати повинні мати пристрої, що відсмоктують абразивний і металічний пил. При роботі без охолоджуючих рідин верстати, що працюють з використанням змащувально-охолоджуючої рідини, повинні мати групові або індивідуальні пристосування для відсмоктування шкідливих аерозолів із зони обробки, щоб повітряне середовище відповідало санітарним нормам.

Змащувально-охолоджувальну рідину можна використовувати лише в опалюваних приміщеннях. Деякі матеріали при шліфуванні не можна охолоджувати рідиною, в цих випадках необхідне інтенсивне відсмоктування абразивного пилю та стружки, оскільки запилене повітря шкідливо діє на працюючого.

Запилене повітря є причиною частих перемалагоджень верстату, швидкого зношення частин, що труться. Для відсмоктування пилю верстат підключають до загальноцехової пилевідсмоктувальної мережі або встановлюють індивідуальний пилосос.

Устаткування та механізми повинні мати необхідне огороження

На круглошліфувальних верстатах з ручною подачею деталі повинні бути встановлені захисні екрани із оглядовими вікнами, зблокованими зі пусковою апаратурою, щоб верстат не вмикався, якщо екран не займе потрібного положення. Ширина екрана, що розташовується симетрично відносно круга, повинна бути більшою висоти круга на 150 мм.

На верстаті, де за умовами обробки не можна встановити захисний екран, потрібно використовувати захисні козирьки та окуляри. Окуляри мають бокові стінки, що захищають очі від потрапляння стружки з боків. Оглядові вікна потрібно очищувати спеціальним пристосуванням, вмонтованим в екран.

Столи шліфувальних верстатів мають огороження, що перешкоджають вильоту деталей, забезпечують безпечність роботи при розриві круга і захищають від розбризкування охолоджуючої рідини.

Шліфувальні круги закривають захисними кожухами зі сталі або ковкого чавуну. Кожухи міцно прикріплюються до шліфувальної бабки і захищають робітників від можливого розриву шліфувального круга.

При внутрішньому шліфуванні також небезпечно працювати з незахищеним кругом, тому шліфувальний круг необхідно закрити кожухом, який має бути рухомих.

При необережному шлюді заготовки до шліфувального круга або, навпаки, шліфувального круга до заготовки, може статися руйнування круга, що може призвести до важкого травматизму. Також, встановлення заготовки на заземлену поверхню магнітної плити може призвести до її зміщення під час обробки, що також може призвести до розриву шліфувального круга.

Часто при обробці металів різанням використовуються змащувально-охолоджуючі рідини, що містять луки та інші компоненти. Ці речовини при наявності подряпин на руках викликають захворювання шкіри, а також при випаровуванні виділяють шкідливі речовини.

Охолоджуючу рідину потрібно очищувати від сторонніх домішок, при цьому на верстаті повинен бути передбачений пристрій для рівномірного розподілення

рідини по поверхні круга.

Виробничий шум знижує працездатність, в тих випадках, коли зменшити шум немає можливості, слід використовувати індивідуальні засоби захисту – заглушки, тампони, протишумні навушки.

Гарне освітлення робочого місця попереджує травматизм на виробництві. Тому на металорізальних верстатах використовують комбіновану систему освітлення: поєднання загального і місцевого освітлення. Джерела штучного освітлення повинні бути встановлені ззаду, зверху або зліва робочої зони верстату і забезпечувати рівномірне освітлення робочого місця і цеху. Правильно розміщене освітлення впливає на підвищення продуктивності праці. При недостатньому освітленні збільшується кількість нещасних випадків, оскільки не видно небезпечних частин верстата. Різкі тіні втомлюють очі, викликають зниження працездатності. Осліплення дуже яскравим світлом (наприклад, при прожекторному освітленні) також може призвести до травм.

Вдалий вибір та застосування технічних заходів для зменшення дії шкідливих чинників на стадії проектування є гарантом подальшої безпечної роботи людей.

4.3 Пожежна безпека на підприємствах галузі сільськогосподарського виробництва

Для того, щоб правильно спланувати та вчасно провести заходи із протипожежної безпеки, необхідно оцінити об'єкти на вибухопожежонебезпечність.

Виникнення, поширення пожежі у будівлях, приміщеннях залежать від числа, а також пожежонебезпечних властивостей речовин і матеріалів, що в них знаходяться. Окрім цього, суттєво впливають особливості технологічних процесів, що відбуваються у цих спорудах.

Існують три системи: запобігання пожежі; протипожежний захист; організаційно-технічні заходи. Ці системи є основою комплексних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

Запобігання пожежі – це організаційні заходи, технічні засоби, які унеможливають умови, необхідних для виникнення пожежі.

Протипожежний захист – сукупність організаційних заходів, технічних засобів. Вони спрямовані саме на запобігання впливу небезпечних чинників пожежі на людину, а також на обмеження матеріальних збитків від неї.

Пожежна сигналізація призначена для виявлення початкової стадії пожежі, а також передачі повідомлення про місце, час її виникнення.

Пожежна сигналізація та зв'язок за призначенням є:

- охоронно-пожежна сигналізація. Вона сповіщує органи пожежної безпеки про пожежу, місце її виникнення. Повідомлення про пожежу, місце виникнення забезпечується автоматичною, неавтоматичною пожежною сигналізацією, за допомогою радіо- та телефонного зв'язку;

- оперативний радіозв'язок. Він забезпечує керування пожежними відділеннями безпосередньо на місці пожежі. Для оперативного зв'язку широкого поширення набули мобільні радіостанції, спеціальний автомобільний зв'язок;

- диспетчерський зв'язок. Він забезпечує оперативне керування частинами пожежників, а також взаємозв'язок між службами. Телефонний зв'язок забезпечує оперативне керування.

До складу системи пожежної сигналізації входять системні сповіщувачі. Вони об'єднані у сигнальну лінію. За рахунок їх відбувається перетворення проявів пожежі на електричний сигнал. Вони вмикають світлову, звукову сигналізацію, окрім того, спрацьовують автоматичні установки пожежогасіння. Датчики є найважливішим елементом сигналізації. Вони являють собою пожежні сповіщувачі. Залежно від процесів горіння можуть бути: теплові, світлові, димові. Найбільш поширені саме теплові датчики. Вони існують: максимальні; диференціальні; максимально-диференціальні.

Максимальні датчики спрацьовують при досягненні певної температури. Температуру спрацювання датчика приймають на 20°C вище нормальної робочої температури приміщення. До таких датчиків відносяться датчики: АТИМ, ПТИМ. Диференціальні теплові датчики спрацьовують при певній швидкості зростання температури навколишнього середовища. Її приймають у межах $5-10^{\circ}\text{C}$ за 1 хв. Останні, максимально-диференціальні, є комбінованими. Вони одночасно спрацюють при певній швидкості збільшення температури та досягненні критичної температури повітря. Встановлюються теплові датчики із розрахунку один датчик на $10..25\text{ м}^2$ підлоги.

На визначення продуктів згоряння у повітрі спрацьовують димові датчики. Їх встановлюють у приміщеннях, де температура повітря $60-80^{\circ}\text{C}$ та вологість повітря не перевищує 80% . Димові датчики здатні охопити площу від 30 до 100 м^2 .

На принципі дії ультрафіолетового випромінювання колум'я побудовані світлові датчики. Їх застосовують у закритих приміщеннях, там де відсутні джерела ультрафіолетового випромінювання. Ними контролюється площа до 600 м^2 .

Фізичними або хімічними способами можливо припинити процес горіння. До фізичних способів належать: охолодження речовин; ізоляція речовин; розведення реагуючих речовин. Хімічний спосіб зменшення та припинення реакції горіння полягає у зниженні концентрації активних речовин. Цього досягають введенням речовин таких як бром, фтор тощо.

Первинні засоби пожежогасіння широко застосовують для локалізації і ліквідації невеликих загорянь і пожеж у початковій стадії. До них відносять переносні, пересувні вогнегасники, шухляди піску, повстигну та азбестові покривала, резервуари з водою тощо.

Первинні засоби та інвентар повинні утримуватися у справному стані, а також знаходитися на видних місцях. Ці місця повинні мати вільний доступ. Відповідальність за цілісність та готовність покладається на керівників відповідних ділянок чи складів. Щоденний контроль відбувається начальником

пожежної охорони. На висоті 2-2,5 м на території та у приміщеннях розташовують відповідні вказівні знаки.

Усе пожежне устаткування повинне бути пофарбоване червоним кольором. Якщо в одному приміщенні знаходяться декілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відокремлених стінами, то усі ці приміщення облаштовують пожежним інвентарем.

Під час експлуатації будівель та споруд слід передбачити установки гасіння пожеж. Стаціонарні установки розділяють на автоматичні, ручні із дистанційним пуском. Найбільш поширені установки пінного та водяного.

Спринклерні установки вмикаються автоматично внаслідок підвищення температури середовища у приміщенні. Датчиком є легкоплавкий замок. Він розплавлюється при збільшенні температури, відкриває отвір у трубопроводі, що наповнений водою. Установка містить систему трубопроводів: магістральних, живлячих, розподільчих. На магістральному трубопроводі розташовують контрольно-сигнальний пристрій. Спринклерні системи можуть бути водяними, якщо температура в приміщенні протягом всього року не нижче 4°C, повітряними, якщо не гарантується температура 4°C, повітряно-водяними. На відміну від водяної, повітряна система наповнена водою до контрольно-сигнального пристрою. Розподільчі трубопроводи, що розташовані вище цього пристрою, заповнюються повітрям. Воно нагнітається компресором. При пожежі повітря виходить через зрошувачі. Потім вода заповнює систему, потрапляє через зрошувачі на джерело пожежі.

ВИСНОВКИ

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

1 Визначено службове призначення штоку, що застосовується у складі поршневого компресора для зрідження пропан-бутанової суміші для подальшого використання на об'єктах автономної газифікації підприємств сільськогосподарського виробництва. Проведено аналіз точності штоку. Охарактеризовано конструкційний матеріал надано рекомендації стосовно замітника аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – дрібносерійний.

2 Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано діючі технологічні процеси виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь штоку. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\varnothing 26h6$ мм розрахунково-аналітичним методом. На інші поверхні штоку припуски визначено довідниковим способом.

3 Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки точінням поверхонь штоку. Здійснено розрахунки зусилля затиску, а також слабкої різьбової ланки на міцність.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки штоку поршневого компресору. Річний економічний ефект для програми запуску 107 шт. склав 10101 грн. Крім того, запропоновано технічні та організаційні заходи із охорони праці, пожежної безпеки на підприємствах галузі.

5 У графічній частині роботи наведено складальний креслення поршневого компресору, робочий креслення штоку, складальний креслення затискного пристосування у вигляді повідкового патрону із центром для виконання операції точіння.