

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра галузеве машинобудування

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Фланцева засувка системи водопостачання тваринницької ферми»

КРБ.133ГМбд_21[1].04.00.00.000 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]

ГОДЬ Микола

Керівник: канд. техн. наук, доцент
БІЛОВОД Олександра

Полтава – 2022 року

ВСТУП

Сучасний рівень технічного прогресу, безперервне створення нових, сучасних, високопродуктивних, автоматизованих і високоточних машин, заснованих на використанні новітніх досягнень науки, вимагають підготовки високоосвічених інженерів, що володіють глибокими теоретичними знаннями і добре володіють новою механікою і технологією виробництва. В даний час увага вищої школи повинна бути зосереджена на всебічному поліпшенні якості професійної підготовки [5-7].

Машинобудування як галузь промислового господарства визначає технічний розвиток країни, рішуче впливає на створення нової бази суспільства. Тому розвитку машинобудування надається найбільше значення [13].

Фланцева засувка винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, є запірною арматурою, що використовується в трубопровідних системах різних масштабів і призначення, зокрема, у системі водопостачання тваринницьких ферм. Вона забезпечує швидке перекриття потоку робочого середовища. Здійснює поступально-зворотні рухи перпендикулярно руху речовини (рідини). Найчастіше вона використовується в системах незамкнутого типу, в яких потрібно періодично перекривати потік при обслуговуванні, ремонті або виникненні аварійної ситуації.

Взагалі, на сьогоднішній день даний тип арматури вигукається виробниками в широкому асортименті. Пристрої розрізняються конструктивними, робочими та іншими параметрами. За типом затвору засувки бувають: клинові (заслінка виготовляється у вигляді клина, який складається з двох дисків. Він може бути як пружним, так і жорстким. Окрім цього засувки мають два сидла, розташовані відносно один одного під певним кутом. У закритому положенні клин надійно прилягає до сидел, герметично перекриваючи потік); паралельні (можуть включати заслінки, що складаються з одного або двох компонентів-дисків. Вони розташовуються паралельно один одному. При русі диски максимально щільно притискаються до сидла, повністю закриваючи прохідний отвір). За методом

керування: ручні (зсув заслінки на відкриття або закриття потоку здійснюється вручну поворотом різьбової шпильки); привідні (гвинтова пара управляється автоматично за допомогою електричного або іншого виду приводу. Можлива повна автоматизація або дистанційне керування. Для цього засувка оснащується приводом, а також процесором, датчиком та іншими компонентами).

Різноманітність варіантів виконання, відмінні характеристики роблять фланцеві засувки одним з кращих видів запірної арматури. Вони забезпечать просте і ефективне управління трубопровідними системами побутового, промислового, комунального та іншого призначення.

Отже **мета** роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є фланцева засувка системи водопостачання тваринницької ферми, а **предметом** — конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення корпусу та шпинделя фланцевої засувки.

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

- 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 корпусної деталі фланцевої засувки, здійснити інженерний розрахунок захищеного заземлення, запропонувати заходи пожежної безпеки на виробництві;
- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб галузевого машинобудування.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

В сучасних умовах розвитку промислового, сільськогосподарського та комунального господарства жодна установа, організація, підприємство не може обійтися без запірної арматури. Водо-, газо-, теплопостачання – це життя. Також нафто-, хімічна та енергетична промисловість не може обійтися без рідинно- та газозапірної арматури.

На рисунку 1.1 наведено фланцеву засувку, що пропонується до використання у системі водопостачання тваринницької ферми. Вона складається з: корпусу 1; шпинделя 2; кришки 3; клина 4; скоби 5; стакана 6; кільця 7, 22, 27; втулки 8; притискача 9, гайки 10, 19, 20, 21; маховика 11; вкладишів 12-14; штифта 15; шпильки 16, 18; болта 17; в'плінта 24; шпонки 25; шайби 26.

Основні параметри засувки такі: робочий тиск 16 МПа, діаметр умовного проходу 100 мм, робоча температура від -50 до +150⁰С.

Першою деталлю, що виноситься на розгляд у кваліфікаційній роботі буде корпус (рисунок 1.2). Функціональними поверхнями на корпусі служать приєднувальні поверхні фланців, до яких приєднуються фланці труб та кришка горловини. Також корпус має поверхні посадки клина, що закриває отвір прохідного каналу.

Другою деталлю, що виноситься на розгляд у кваліфікаційній роботі, є шпиндель (рисунок 1.3). Він має одинадцять функціональних поверхонь: два колові виступи, які утримують вал від осьового зміщення та упору зубчастого колеса; дві шийки, на яких вал обертається.

Корпус засувки відливається зі сталі 25Л (ГОСТ 977-88). Силкові деталі (шпиндель, клин та інші) виготовляються зі сталі 40Х (ДСТУ 4738:007), решта незначних – зі сталі Ст3 (ДСТУ 2651:2005) [16, 36].

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 1.1 – Фланцева засувка

Фланцева засувка за своєю конструкцією не прилаштована для плавного регулювання потоку робочої рідини або газу, тому найбільш часто використовується для ручного перекриття подачі робочого органу системи, тобто для роботи в двох крайніх положеннях «відкрито» чи «закрито».

Додатково засувка може бути обладнана автоматикою, що дозволяє автоматично або дистанційно керувати потоком рідини у системі водопостачання тваринницької ферми.

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталей [17, 22, 47, 48] заповнюємо таблицю 1.1. У ній наведені дані про точність виготовлення та вимоги до точності форм поверхонь корпусу (рисунок 1.2) та відносного положення поверхонь.

Таблиця 1.1 – Відомості щодо параметрів точності корпусу

Назва поверхні	Розміри	Квалітет точності	Точність форми	Точність відносного положення	Шорсткість, мкм
Площина	Ø158	h14	-	-	3,2
Площина	Ø158	h14	-	-	3,2
Площина	Ø170	h14	-	-	3,2
Отвір	Ø18	H10	-	-	6,3
Різьба	M14	H10	-	-	3,2
Циліндричне заглиблення	Ø178	H7	-	-	1,6
Внутрішня поверхня	Ø105	±0,7	-	-	3,2
Площина	-	H6	$\square$ 0,016	$\equiv$ 0,2	0,16

Рисунок 1.2 – Корпус

До таблиці 1.2 заносимо дані щодо точності виготовлення шпинделя (рисунок 1.3).

Таблиця 1.2 – Відомості щодо параметрів точності шпинделя

Назва поверхні	Розміри	Квалітет точності	Точність форми	Точність відносного положення	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
Різьба	Tr20HL8e	8e		-	0,4

Продовження таблиці 1.2

Назва поверхні	Розміри	Квалітет точності	Точність форми	Точність відносного положення	Шорсткість, мкм
Канавка	Ø14,8	h14	-	-	3,2
Циліндрична поверхня	Ø20	h11	$\sqrt{0,05}$	-	0,8
Циліндрична поверхня	Ø20	h14	-	◎ 0,05	1,6
Канавка	Ø19,5	h14	-	-	3,2
Лиска	14	h14	-	-	6,3

Рисунок 1.3 – Шпиндель

1.3 Характеристика матеріалу деталей, замінники

При виготовленні деталей даного вузла, що розглядаються, у якості матеріалів застосовується ливарна сталь 25Л та сталь 40Х [7].

Корпус вузла засувки виготовлено зі сталі 25Л ГОСТ 977-88. Сталі для виливків розрізняють за структурою, хімічним складом, призначенням, технологією одержання.

За хімічним складом сталі розрізняють вуглецеві, низьколеговані, леговані та високелеговані [36].

За технологією отримання розрізняють виливки, що отримані у разових піщаних формах, в оболонкових формах, в металевих формах (кокілях), в піщаних формах, виготовлених за витоплюваними моделями, в керамічних формах.

Найбільш універсальним методом отримання заготовок, придатним як для одиничного так і серійного виробництва виливків масою від десятків грам до десятків тонн є метод литва в піщані форми, де формування відбувається за дерев'яними моделями [7, 34].

Хімічний склад і властивості матеріалу корпусу наведено в таблиці 1.3. Також в цій таблиці подано марку, хімічний склад і властивості матеріалу, яким можна замінити базовий матеріал.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад, властивості матеріалу корпусу, матеріал-замінник

Матеріал	σ_B , МПа	Твердість HB·10 ⁻¹ , МПа	Масова частка хімічних елементів, %				
			C	Si	Mn	Не більше	
						P	S
35Л	700	25...32	0,35	0,24...0,37	0,25...0,55	0,035	0,035
25Л	700	25...35	0,25	0,24...0,37	0,35...0,55	0,035	0,035

Друга деталь – шпindel, виготовлений із сталі 40Х ДСТУ 7749:2015.

Цю сталь можна замінити рядом матеріалів таких, як сталі 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР. Їх використовують для виготовлення осей, валів-шестерень, плунжерів, дітоків, колінчастих валів, кілець, шпинделів, оправок, рейок, зубчастих вінців, болтів, напівосей, втулок.

Хімічний склад сталі 40Х і сталі-замінника подано в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад, %, матеріалу шпинделя, матеріал-замінник

Матеріал	C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
					Не більше			
40Х	0,41-	0,17-	0,50-	0,8-	0,035	0,035	0,30	0,30
	0,49	0,37	0,80	1,60				
40ХН	0,36-	0,17-	0,50-	0,45-	0,035	0,035	0,30	1,0
	0,44	0,37	0,80	1,15				

Технологічні властивості сталі 40Х:

- температура кування, °С. початок – 1250, кінець 800. Переріз до 350мм – охолоджувати на повітрі. Поковки нескладної форми дозволяється кувати без попереднього нагрівання, але з наступним рекристалізаційним відпалюванням;
- зварювання – важкозварювана. Спосіб зварювання: РДЗ, ЕШЗ. Необхідно підігрівати і проводити наступну термообробку.
- оброблюваність різанням – в гарячекатаному стані при HB 163-168 $\sigma_B=610\text{МПа}$, $K_{V\text{пл.ст.}}=1,20$, $K_{V\text{б.ст.}}=0,95$.

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингове дослідження показало потребу ринку в засувках фланцевих у кількості 5000 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою [28, 30, 35]:

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

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 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та які йдуть на запчастини.

$$N_{зан} = (5000 + 0,04 \cdot 5000) \cdot (1 + 0,025) = 5330 \text{ шт.}$$

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

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталей

Конструкція вузла фланцевої засувки є простою. Вона складається із невеликої кількості деталей. В даному виробі досить широко застосовуються стандартні вироби: болти, гайки, шайби та ін. Поруч із цим, основна маса деталей виготовляється безпосередньо для даної засувки. Конструкція виробу дозволяє проводити його складання без особливих ускладнень. Точність виготовлення деталей, практично виключає операції підгону розмірів. При проведенні поточних технічних оглядів та ремонтів вузол досить легко розбирається [2].

Точність виконання основних функціональних поверхонь забезпечує нормальне функціонування вузла.

Базові поверхні складальних одиниць, якими вони будуть встановлюватися у виріб, оброблені достатньо, з точки зору точності та визначеності розмірування. Будова засувки дозволяє проводити складання повузлово без проміжних складань та розбирань складових частин. Регулювання та контроль роботи також проводиться без розбирання. При роботі вузол не потребує чіткого визначення у просторі.

Змащування здійснюється при складанні, ремонті, огляді з розбиранням вузла.

В процесі аналізу креслення корпусу було виявлено, що деталь практично повністю відпрацьована на технологічність для середньосерійного типу виробництва. Витрати на налагодження верстатів будуть порівняно незначні з економією матеріалу і часу.

Повні результати аналізу на технологічність корпусу приведені у таблиці 2.1.

Повні результати аналізу на технологічність шпинделя приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності корпусу

№ з.п.	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4
1	Наявність зручних технологічних баз, що забезпечують жорстке і надійне закріплення заготовки, вільне підведення різального інструменту	Цей показник технологічності являється задовільним. Заготовка має зручні технологічні бази, але не досить легке підведення різального інструменту при обробці внутрішньої посадочної поверхні	-
2	Конструкція деталі повинна забезпечувати її встановлення за допомогою простих пристосувань	Деталь має нескладну геометричну форму, отже цей показник є задовільним	-
3	Створи повинні бути такими, щоб їх можна було обробляти на прохід	Дана деталь повністю відповідає даній вимозі	-
4	В багатоопераційних верстатах із ЧПК не рекомендується обробка кутів відмінних від 45 та 90°.	Не технологічно	Застосувати спеціальне затискне пристосування

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
5	Для можливості автоматичної обробки корпусних деталей небажано застосовувати різьбові отвори, менші за М6	В даному корпусі не застосовуються різьби, менші за М6. Отже, дана вимога виконується	-

В процесі аналізу креслення другої деталі було виявлено, що шпиндель практично повністю відпрацьовано на технологічність для багатосерійного типу виробництва. Витрати на налагодження верстатів будуть порівняно невеликі з економією матеріалу і часу. Повні результати аналізу на технологічність шпинделя приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Аналіз технологічності шпинделя

№ з.п.	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4
1	Ступінчасті вали повинні мати невеликі перепади, а довжина ділянок повинна бути однаковою або кратною для можливості обробки деталі на багато різцевих верстатах	Оскільки вал обробляється на верстаті з ЧПК, то дана умова нас повністю задовольняє	-

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
2	Вали повинні мати центрувальні отвори для базування при обробці і контролю	Центрувальні отвори на деталі є, отже дана умова виконується	-
3	При наявності на валу шпонкової канавки розмір від дна канавки необхідно проставляти від нижнього краю циліндра (у випадку базування в призмі). При базуванні в центрах розмір проставляється до центра	На валу є дві лиски розташовані одна навпроти другої. Деталь обробляється в призмах. Дана умова виконується	-

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

При виготовленні заготовки корпусу пропонується використовувати литво в оболонкові форми. Цей метод дозволяє отримувати заготовки досить точні та з малою шорсткістю поверхні (12 квалітет, шорсткість $R_z = 20 \dots 10 \text{ мкм.}$). Це дозволяє зменшити об'єм очисних робіт, механічної обробки.

При використанні універсальних верстатів застосовувався звичайний різальний інструмент. Використання ж прогресивного різального інструмента дозволяє зменшити кількість переходів механічної обробки поверхонь, також зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище завдяки використанню

екологічних масил та мінімальному їх використанні при охолодженні зони різання.

В діючому технологічному процесі для контролю застосовуються універсальні прилади, що збільшує час вимірювання, а разом з тим і штучний час. Запропоновано використовувати спеціальний вимірювальний та контрольний інструмент.

Шпindel виготовляють з прокату $\varnothing 25 \times 425$. Виготовлення з прокату вимагає значних припусків на механічну обробку. Хоча даний метод дешевий, але наступна механічна обробка вимагає значних затрат на зняття припуску. Коефіцієнт використання металу низький, тому запропоновано отримувати заготовку куванням на ГKM без попереднього нагрівання, але з наступним рекристалізаційним відпалюванням для зняття наклепу.

Так як припуск, що знімається, менше, то відпадає необхідність у деяких операціях механічної обробки, що скорочує кількість верстатів, необхідних для виготовлення шпінделя.

Шпindel виготовлявся в умовах одиничного виробництва. При його виготовленні на підприємстві використовуються універсальні пристрої, універсальні верстати, різальний інструмент. В умовах серійного виробництва пропонується використовувати револьверні верстати, верстати з ЧПК та пристосування спеціальної конструкції. Використання прогресивного різального інструменту дозволяє підвищити швидкість різання, що значно зменшує штучний час виготовлення деталі, а відповідно і затрати енергії, інструменту і тому подібне. Це також зменшує собівартість деталі.

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:

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

Наприклад, для поверхні корпуса із допуском за 6 квалітетом $T_{дет} = 16$ мкм уточнення $\varepsilon = 1150 / 16 = 72$. Тоді $n = \lg 72 / 0,46 = 4,04$. Приймаємо 4 переходи. Розрахунки переходів для кожної поверхні наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки поверхонь корпуса (рисунок 2.1)

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
							№ маршрута	Переходи МОП				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9	52	3,2	520	14	10	1	Чорнове фрезерування	12	210	2,5	10,0
								Чорнове точіння	10	84	2,5	
								Чистове точіння	9	52	1,6	
							2	Чорнове фрезерування	12	210	2,5	10,0
								Чорнове точіння	10	84	2,5	
								Чистове точіння	9	52	1,6	

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	12	210	6,3	520	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	210	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	210	2,5	2,5
3	12	460	6,3	1150	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	460	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	460	2,5	2,5
4	12	100	6,3	250	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	100	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	100	2,5	2,5
5	12	210	6,3	520	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	210	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	210	2,5	2,5
6	10	84	3,2	520	14	1	1	Чорнове фрезерування	12	210	2,5	2,5
							2	Чистове точіння	10	84	2,5	2,5
7	10	160	3,2	1000	14	4	1	Чорнове точіння	12	400	2,5	4,0
								Напівчистове точіння	10	160	1,6	
								Чистове точіння	10	160	1,0	
							2	Чорнове точіння	12	400	2,5	4,0
								Напівчистове точіння	10	160	1,6	
								Чистове точіння	10	160	1,0	
8	10	160	3,2	1000	14	4	1	Чорнове точіння	12	400	2,5	4,0
								Напівчистове точіння	10	160	1,6	
								Чистове точіння	10	160	1,0	
							2	Чорнове точіння	12	400	2,5	4,0
								Напівчистове точіння	10	160	1,6	
								Чистове точіння	10	160	1,0	
9	12	460	6,3	1150	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	460	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	460	2,5	2,5
10	12	210	6,3	520	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	210	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	210	2,5	2,5
11	9	52	3,2	520	14	10	1	Чорнове фрезерування	12	210	2,5	10,0
								Чорнове точіння	10	84	2,5	
								Чистове точіння	9	52	1,6	
							2	Чорнове фрезерування	12	210	2,5	10,0
								Чорнове точіння	10	84	2,5	
								Чистове точіння	9	52	1,6	
12	12	100	6,3	250	14	2,5	1	Чорнове точіння	12	100	2,5	2,5
							2	Чорнове точіння	12	100	2,5	2,5

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	12	180	6,3	430	14	2,4	1	Свердління	12	180	2,4	2,4
							2	Свердління	12	180	2,4	2,4
14	12	180	3,2	430	14	6	1, 2	Свердління	12	180	2,4	6,0
								Нарізання різьби	10	70	2,5	
15	12	350	6,3	870	14	1	1	Точіння чорнове	12	350	2,5	2,5
							2	Точіння чорнове	12	350	2,5	2,5
16	12	350	6,3	870	14	2,5	1	Точіння чорнове	12	350	2,5	2,5
							2	Точіння чорнове	12	350	2,5	2,5
17	12	350	6,3	870	14	2,5	1	Точіння чорнове	12	350	2,5	2,5
							2	Точіння чорнове	12	350	2,5	2,5
18	5	15	0,32	870	14	60	1	Чорнове точіння	11	220	4	60
								Напівчистове точіння	3	54	4	
								Тонке точіння	6	22	2,5	
								Притирання	5	15	1,5	
							2	Чорнове точіння	11	220	4	60
								Напівчистове точіння	8	54	4	
								Тонке точіння	6	22	2,5	
								Тонке шліфування	5	15	1,5	
19	12	350	6,3	870	14	2,5	1	Точіння	12	350	2,5	2,5
							2	Точіння	12	350	2,5	2,5

Більш економічним є проектний (другий) варіант обробки, так як задані параметри точності поверхні досягаються при найменшій кількості верстатів. Це дає змогу економії при організації верстатного парку підприємства.

2.4 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

В машинобудуванні застосовується два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [39]. В кваліфікаційній роботі

визначимо припуск на обробку циліндричної поверхні шпинделя $\varnothing 20h6_{(-0,013)}$ мм розрахунково-аналітичним методом (рисунок 2.2).

Рисунок 2.1 – Поверхні корпусу, що підлягають обробці

При розрахунках використана методика, що наведена в джерелах [37-39].

Технологічний маршрут обробки поверхні шпинделя $\varnothing 20h6_{(-0,013)}$ складається з точіння чорнового, напівчистового, чистового та обкочування кулькою.

Точіння і обкочування виконується в центрах.

Технологічний маршрут обробки та відповідні заготовки та кожному технологічному переходу значення елементів припуску занесені до таблиці 2.4.

Так як у даному випадку обробка ведеться у центрах, то похибка установки в радіальному напрямку дорівнює нулю, що має значення для розрахункового розміру.

У цьому випадку ця величина виключається з основного рівняння для розрахунку мінімального припуску. Сумарне відхилення ρ_3 , розраховуємо за формулою:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{3M}^2 + \rho_{KOP}^2 + \rho_{\gamma}^2} \quad (2.3)$$

$$\text{де } \rho_{3M} = 1 \text{ мкм}; \rho_{KOP} = 0,18 \text{ мкм}; \rho_{\gamma} = \sqrt{\left(\frac{\phi}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{1,3^2 + 0,25^2} = 1,32.$$

Згідно з формулою (2.3) маємо

$$\rho_3 = \sqrt{1^2 + 0,18^2 + 1,32^2} = 1,66.$$

Остаточна величина просторового відхилення:

- після чорнового точіння:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 1666 = 99,9 \text{ мкм} \approx 100 \text{ мкм};$$

- після чистового точіння

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 1666 = 67 \text{ мкм};$$

- після шліфування

$$\rho_3 = 0,02 \cdot 1666 = 33 \text{ мкм};$$

Розрахунок мінімальних значень припусків $2z_{\min i}$, мкм виконуємо за формулою:

$$2 z_{\min i} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} \right) \quad (2.4)$$

Мінімальний припуск під чорнове точіння:

$$2Z_{\min 1} = 2 \cdot (150 + 250 + 1666 + 500) = 2 \cdot 2546 \text{ мкм}.$$

Мінімальний припуск під чистове точіння:

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 100) = 2 \cdot 200 \text{ мкм}.$$

Мінімальний припуск під шліфування чорнове:

$$2Z_{\min 1} = 2 \cdot (30 + 30 + 67) = 2 \cdot 127 \text{ мкм}.$$

Мінімальний припуск під шліфування чистове:

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot (10 + 10 + 23) = 2 \cdot 53 \text{ мкм}.$$

Розрахунковий розмір визначається, починаючи з кінцевого розміру, додаванням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу:

$$d_{P3} = 19,979 + 0,001 = 19,980 \text{ мм};$$

$$d_{P2} = 1,980 + 0,127 = 20,107 \text{ мм};$$

$$d_{P1} = 20,107 + 0,200 = 20,307 \text{ мм};$$

$$d_{P3AG} = 20,307 + 2,749 = 23,053 \text{ мм}.$$

Найбільший граничний розмір визначаємо додаванням допуску до округленого найменшого граничного розміру:

$$d_{\max 1} = 19,979 + 0,021 = 20,000 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 19,980 + 0,033 = 20,013 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 20,107 + 0,052 = 20,159 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 20,307 + 0,130 = 20,437 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3AG} = 23,053 + 0,520 = 23,573 \text{ мм}.$$

Граничні значення припусків $z_{\max}^{np}$ визначасмо, як різницю найбільших граничних розмірів, а $z_{\min}^{np}$ – як різницю найменших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів:

$$z_{\max 4}^{np} = 20,013 - 19,979 = 0,003 \text{ мм} = 3 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 3}^{np} = 20,159 - 19,980 = 0,179 \text{ мм} = 179 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 2}^{np} = 20,437 - 20,107 = 0,330 \text{ мм} = 330 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 1}^{np} = 23,573 - 20,307 = 3,266 \text{ мм} = 3266 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 4}^{np} = 19,980 - 19,979 = 0,001 \text{ мм} = 1 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 3}^{np} = 20,107 - 19,980 = 0,127 \text{ мм} = 127 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 2}^{np} = 20,307 - 20,107 = 0,200 \text{ мм} = 200 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 1}^{np} = 23,053 - 20,307 = 2,746 \text{ мм} = 2746 \text{ мкм}.$$

Рисунок 2.2 – Схематичне позначення припусків на обробку шпинделя

Таблиця 2.4 – Розрахунок припусків поверхні шпинделя $\varnothing 20h7(-0,021)$

Технологічні переходи		Величини Z_{min} , мкм				Z_{min}	d_{min}
		R_z	T	ρ	E_y	мкм	мм
Назва	Квалітет						
1	2	3	4	5	6	7	8
Заготовка	14	80	500	1666	0	-	23,053
Чорнове точіння	11	50	50	100	500	2746	20,307
Напівчистове чистове	9	30	30	67	0	200	20,107
Чистове точіння	8	10	10	33	0	127	19,980
Обкочування	7	5	10	-	0	1	19,979

Продовження таблиці 2.4

Технологічні переходи		T_d	Граничні розміри заготовки		Граничні значення припусків на	
		МКМ				
Назва	Квалітет		d_{min} , мм	d_{max} , мм	Z_{min} , мм	Z_{max} , мм
1	2	9	10	11	12	13
Заготовка	14	520	23,053	23,573	-	-
Чорнове точіння	11	130	20,307	20,437	2,746	3,266
Напівчистове чистове	9	52	20,107	20,159	0,200	0,330
Чистове точіння	8	33	19,938	20,013	0,127	0,179
Обточування	7	21	19,979	20,000	0,001	0,003
					3,074	3,778

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Одномісне пневматичне пристосування призначене для закріплення оброблюваної деталі – корпуса фланцевої засувки при фрезеруванні його торців на поздовжньо-фрезерному верстаті моделі ГФ 1759С1Н7 (рисунок 3.1) [3, 11, 14, 25, 26, 41].

Рисунок 3.1 – Одномісне пневматичне пристосування

Пристосування містить: 1 – кран керування; 2-5 – кронштейн; 6 – кожух; 7 – корпус; 8 – прихват; 9 – плита; 10 – кільце; 11 – опора; 12 – напівкільце; 13, 19 – фланець; 14, 22 – шток; 15, 23 – втулка; 16 – пружина; 17 – заглушка; 18 – кільце компенсуюче; 20 – вісь; 21 – ролик; 24 – кутик; 25 – поршень; 26 – гільза; 27 – штуцер; 28 – ніпель; 29 – гайка накидна; 30, 31 – кришка, а також стандартні вироби поз. 32-33 (див. специфікацію).

Пристосування встановлюється на столі верстата. Оброблювана деталь встановлюється на опору. Затискання деталі відбувається від пневмоциліндра через систему важелів у трьох точках прихватом, що самовстановлюється.

Пневмоциліндр під'єднується до пневматичної мережі з тиском 1,0 МПа. При переведенні важеля керування в положення «затиснути» відбувається подача повітря в нижню порожнину пневмоциліндра, поршень зі штоком переміщується вгору. На кінці штока 22 має форму клину який рухає опору (11), розташовану перпендикулярно до вісі штока, вліво. На кінці штовхача приєднується прихват (8), що має напівсферичну форму для на detail, що затискається.

Клин на кінці штока має подвійний нахил. Перша частина клину має більший кут нахилу, що дозволяє на початку руху штовхача, при затисканні деталі, отримати більшу швидкість руху для швидкого підведення опори до заготовки. Друга частина клину має менший кут нахилу, що дозволяє підводити опору до заготовки з меншою швидкістю, але розвивати більшу силу затиску.

Штовхач має на кінці, контактуючим з штоком, ролик 21 для зменшення сили тертя, і як наслідок – підвищення коефіцієнту корисної дії затискного пристосування.

З правого боку штока розташований упор для запобігання відгинання штока при дії на нього штовхача. Упор виконаний у вигляді ролика 21, що катється по штоку з діаметрально протилежного боку від штовхача. Упорний ролик має регулювання вильоту гвинтом 61. При налагодженні вильоту підтискного ролика гвинт загвинчується до легкого натиску на ролик (для попередження згину штока вліво при відсутності заготовки в пристосуванні).

Керування роботою затискного циліндра відбувається важелем, розташованим на кронштейні 2. Налагодження інструмента на розмір проводиться за газаритами деталі.

3.2 Визначення зусилля затиску та сили різання

Максимальне зусилля затиску, F , пристосування обчислюємо за формулою [14, 41]:

$$F = \frac{R}{\operatorname{tg}(\alpha + 2 \cdot \beta)} \cdot \eta \quad (3.1)$$

де R – зусилля на штоці пневмоциліндра;

α – кут між поверхнею клину та напрямком руху штовхача, $\alpha = 15^\circ$;

β – кут тертя, $\beta = 6^\circ$;

η – ККД механізму, $\eta = 0,85$.

$$R = P \cdot S, \quad (3.2)$$

де P – тиск повітря у пневмоциліндрі;

S – площа поршня пневмоциліндра, м^2 ;

$$S = \frac{\pi D^2}{4}; \quad (3.3)$$

$$R = 1 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} = 37,9 \text{ кН};$$

$$F = \frac{37,9}{\operatorname{tg}(15^\circ + 2 \cdot 6^\circ)} \cdot 0,85 = 63,2 \text{ кН}.$$

Отже, сила затискання дорівнює приблизно 63,2 кН.

Сила різання при фрезеруванні дорівнює [9, 11, 15]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \quad (3.4)$$

де z – кількість зубців фрези,

n – частота обертання,

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 1^{1,0} \cdot 12}{250^{1,3} \cdot 100^{0,2}} = 13,5 \text{ кН.}$$

В нашому випадку деталь обробляється одразу трьома фрезами, тому сумарна сила різання складатиме

$$3P_z = 13,5 \cdot 3 = 40,5 \text{ кН}$$

Оскільки дві фрези навантажують деталь симетрично, тільки одна викликає перегіс, можемо вважати, що затискне пристосування має достатній запас сили на штоці.

3.3 Розрахунок на міцності

Однією з найслабкіших ланок механізму затискного пристосування є вісь упорних роликів. Проведемо розрахунок на зріз. Критерієм є умова міцності, що має наступний вид:

$$\tau = \frac{R}{A} \leq [\tau] \quad (3.5)$$

де $[\tau]$ – межа міцності на зсув, $[\tau] = (0,4 \dots 0,6) \cdot \sigma$. Для легованої сталі зі зміцненою азотуванням поверхнею $[\tau] = 60$ МПа;

R – навантаження;

A – площа навантаженого перерізу.

$$\tau = \frac{4 \cdot R}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 37,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot (30 \cdot 10^{-3})^2} = 53,6 \text{ МПа.}$$

Отже можна зробити висновок, що вісь має достатню міцність.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Одну і ту ж деталь можна виготовити із заготовок, отриманих різними способами. Одним з основних принципів вибору заготовки є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечує її максимальне наближення до готової 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.

Заготовку для корпусу найбільш доцільно виготовляти методом литва. Розглянемо декілька методів литва: в піщані форми, литво в кокілю.

Литво в піщані форми – найбільш розповсюджений метод. У машинобудуванні цим методом виготовляється 75...80% виливків (за масою). У піщаних формах можна отримати виливки самої складної конфігурації і масою від декількох грам до кількох тонн. Отримані заготовки характеризуються низькою точністю, високими параметрами шорсткості, великими припусками на механічну обробку. Вартість виготовлення виливків мінімальна, але вартість їх механічної обробки більша, ніж заготовок, отриманих іншими методами литва.

Литво в піщані форми потребує значних витрат металу. В піщаних формах отримують заготовки переважно зі сталі, чавуну. Цей метод найчастіше використовують в одиничному та серійному виробництві. Застосовувати його в крупносерійному виробництві можна тільки при високому ступені механізації.

Литво в оболонкову гарячетвердіючу форму – один з найбільш дешевих серед спеціальних методів литва. Його основна особливість полягає в штампуванні металевим пуансоном кокілю з суміші піску та бакелітової смоли. Стійкість

пуансона при виготовленні сталевих литва становить 2000...8000 оболонкових форм. Оболонкові форми дозволяють отримувати заготовки зі стабільними і точними розмірами (до 12 класу точності). Параметр шорсткості може досягати $R_z=20$ мкм. У зв'язку із невеликою міцністю стінок оболонкових форм, їх при відливанні розміщують у бункери заповнені піском або дробом. При переході з піщаного литва на кокіль витрати матеріалу зменшуються на 10...20% через скорочення ливничної системи. Трудомісткість механічної обробки внаслідок зменшення припусків і високої точності розмірів зменшується у 1,5...2 рази.

Разом із тим необхідно враховувати, що самі системи для штампування оболонкових форм коштують досить дорого, що в них можливо виготовляти заготовки досить простої конфігурації, що можливе їх короблення внаслідок значних усадочних і термічних напружень.

Литво в оболонкові форми доцільно застосовувати в умовах середньосерійного і багатосерійного виробництва при отриманні зливої форми не менше 300...500 виливків.

Заміна литва в піщані форми на литво у оболонкові форми при достатньо великій програмі випуску знижує собівартість заготовки приблизно на 30% і підвищує продуктивність праці в 4...6 разів. Витрати на організацію ділянки литва в оболонкові форми при цьому окупаються за 2...3 місяці.

Розглянемо ці два методи литва. Вартість литої заготовки визначається за формулою [7]:

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} Q_{\text{заг}} K_T \cdot K_{II} \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_M, \quad (4.1)$$

де C_i – вартість однієї тони виливків 3 класу точності із ливарної сталі 25, 507 ум. гр. од./т [1];

$Q_{\text{заг}}$ – маса заготовки, 31 кг;

K_T – коефіцієнт точності, 1,03;

K_{II} – коефіцієнт програми випуску, 1,08;

K_B – коефіцієнт маси виливка, 0,88;

K_C – коефіцієнт складності, 1,11;

K_M – коефіцієнт матеріалу, 1,09.

Підставивши значення у формулу отримаємо

$$S_{заг} = \frac{507 \cdot 27}{1000} \cdot 31 \cdot 1,03 \cdot 1,08 \cdot 0,88 \cdot 1,11 \cdot 1,09 = 502 \text{ (грн.)}$$

Проведемо порівняння за технологічною собівартістю заготовок.

Собівартість литої заготовки можна розрахувати як суму витрат на матеріал, експлуатацію ливарного обладнання, заробітну плату основних робітників та амортизаційних відрахувань на експлуатацію оснастки.

Вартість заготовки отриманої в піщаних формах розрахована раніше.

Вартість виливка, отриманого литвом в оболонкову форму визначається за формулою [7].

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{заг} \cdot K_T \cdot K_{II} \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_M \right) \cdot (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} \quad (4.2)$$

де C_i – базова вартість тонни заготовок, 507 ум. гр. од./т [1];

$Q_{заг}$ – маса заготовки, 31 кг;

K_T – коефіцієнт точності, 1,03;

K_{II} – коефіцієнт програми випуску, 1,08;

K_B – коефіцієнт маси виливка, 0,7;

K_C – коефіцієнт складності, 1,11;

K_M – коефіцієнт матеріалу, 1,09;

q – маса деталі, 26 кг;

$S_{відх}$ – вартість стружки, 27 ум. гр. од./т [1];

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{507 \cdot 27}{1000} \cdot 31 \cdot 1,03 \cdot 1,02 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \right) - (31 - 26) \frac{27 \cdot 27}{1000} = 356 \text{ (грн.)}.$$

Бі результаті розрахунків видно, що в умовах середньосерійного виробництва доцільніше використовувати лиття в оболонкові форми.

Економічний ефект в цьому випадку буде становити для корпусу:

$$E = (502 - 356) \cdot 5000 = 730000 \text{ грн.}$$

Отже, для виготовлення заготовки корпусу клинового засуву обираємо литво в оболонкові форми.

4.2 Розрахунок заземлення

Заземлення – навмисне 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 кВ·А;
- 2) ≤ 4 Ом при напрузі > 1000 В або потужності джерела живлення ≥ 100 кВА.

Принцип дії заземлення полягає в улаштуванні ще одного електричного ланцюга із значно меншим опором, ніж опір ланцюга через тіло людини, і, як наслідок, зменшення до повної відсутності сили ураження людини. Заземлення буває природнім та штучним. За будовою існують декілька видів заземлюючих пристроїв:

- 1) контурний;

2) рядовий;

3) променевий.

Розрахуємо контурне заземлення для обладнання з нижче приведеними даними $\rho=200$ Ом·м, довжина вертикальних електродів $l = 3,5$ м діаметр стержнів $d=35$ мм, горизонтальний електрод зі сталі 50 мм, відстань між вертикальними електродами $L_B=3$ м, траншея глибиною $G = 0,9$ м, вертикальний електрод здійснюється над дном траншеї на $S = 0,2$ м, вологість ґрунту середня.

1) розрахований питомий опір ґрунту:

$$\rho_p = \rho \cdot \psi; \quad (4.3)$$

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:

$$t_e = G - S + \frac{L_e}{2}; \quad (4.4)$$

$$t_e = 0,9 - 0,2 + \frac{3,5}{2} = 2,45 \text{ м};$$

3) опір розтікання струму одиничного вертикального електрода:

$$R_B = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot I_e} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot L_B}{d_B} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t_e + L_B}{4 \cdot t_e - L_B} \right) \quad (4.5)$$

$$R_B = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3,5}{0,035} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,45 + 3,5}{4 \cdot 2,45 - 3,5} \right) = 77,42 \text{ Ом},$$

4) визначимо потрібну кількість вертикальних електродів:

$$n = \frac{R_B}{R_3 \cdot \eta_B}, \quad (4.6)$$

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

$$n = \frac{77,42}{10 \cdot 1,0} = 7,742 \approx 8 \text{ шт.};$$

5) визначимо довжину горизонтального електрода при контурному заземленні:

$$L = L_r \cdot n \quad (4.7)$$

$$L = 9 \cdot 8 = 72 \text{ м};$$

6) глибина залягання середини горизонтального електрода буде становити:

$$t_r = G - S \quad (4.8)$$

$$t_r = 0,9 - 0,2 = 0,7 \text{ м};$$

7) визначимо опір розтікання струму від горизонтальних електродів:

$$R_r = \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{l^2}{b \cdot t_r}; \quad (4.9)$$

$$R_r = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 72} \cdot \ln \frac{72^2}{0,05 \cdot 0,7} = 7,9 \text{ Ом};$$

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

$$\eta_B = 0,7;$$

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

$$\eta_T = 0,44;$$

10) уточнений опір заземлюючого пристрою:

$$R_o = \frac{R_B \cdot R_T}{R_B \cdot \eta_T + R_T \cdot \eta_B \cdot n}; \quad (4.10)$$

$$R_o = \frac{77,42 \cdot 7,9}{77,42 \cdot 0,44 + 7,9 \cdot 0,7 \cdot 8} = 7,81 < R_o = 10 \text{ Ом.}$$

Висновок $R_o=7,81$ – захист забезпечено.

4.3 Пожежна безпека

Оцінка вибухопожежонебезпечності різних об'єктів полягає у визначенні можливих руйнівних наслідків пожеж та вибухів в цих об'єктах, а також небезпечних факторів цих явищ для людей [33, 42-46].

Під пожежегасінням розуміють комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі. В залежності від матеріалу, що горить, існують різні засоби гасіння. Для гасіння гуми можна використати будь-які засоби, перш за все – воду; для металів та їх сполук – порошки; для електроустановок під напругою – хладони, діоксид вуглецю.

Для ефективної системи пожежегасіння необхідна система водопостачання, тобто комплекс інженерно-технічних споруд, призначених для забору води, очищення, збереження запасів води та подачі їх до місць споживання. Протипожежне водопостачання полягає у забезпеченні об'єктів, що захищаються, необхідними витратами води під необхідним напором протягом нормативного часу

гасіння пожежі. Розрахункові витрати води на зовнішнє гасіння пожежі через гідранти на один пожежний на промисловому підприємстві приймається в залежності від категорії вибухо-, пожежонебезпечності, ступеня вогнестійкості, об'єму та конструктивних можливостей будівель. Запас води на пожежегасіння повинен забезпечувати нормативні витрати води протягом двох годин (для будівель I та II ступеня вогнестійкості категорій А та Б). Максимальний строк відновлення недоторканого запасу води для таких будівель мусить бути не більше 36 годин. Напір в зовнішньому водопроводі мусить забезпечувати при довжині рукавів 150 м висоту струменя не більше 10 м при розташуванні ствола на самому високому місці території, яка захищається водопроводом.

При експлуатації будівель слід передбачити установки пожежегасіння. Станіонарні установки пожежегасіння поділяють на автоматичні та ручні з дистанційним пуском. Найбільш широкого розповсюдження набули установки водяного та пінного гасіння.

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 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 фланцевої засувки, що застосовується у системі водопостачання тваринницької ферми. Наведено його технічну характеристику, складові частини. Проведено аналіз точності двох деталей засувки, а саме корпусу і шпинделя. Схарактеризовано 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 корпусу, шпинделя засувки фланцевої. Розроблено маршрут обробки поверхонь деталі. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні шпинделя $\varnothing 20h6$ мм розрахунково-аналітичним методом.

3 Запропоновано конструкцію пневматичного пристосування для закріплення корпусу під час механічної обробки фрезеруванням. Визначено зусилля затиску, а також розраховано на міцність вісь упорного ролика.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки корпусу фланцевої засувки. Річний економічний ефект для програми випуску 5000 шт. склав 730000 грн. Розраховано заземлення для захисту від ураження напругою електричної мережі під час виготовлення фланцевої засувки. Висвітлено заходи, спрямовані на забезпечення пожежної безпеки об'єктів.

5 У графічній частині роботи наведено складальне креслення фланцевої засувки, робочі креслення її корпусу та шпинделя, креслення заготовок, а також складальне креслення затискного пристосування.