

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра галузеве машинобудування

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Компресор живлення гальмівної системи паливозаправника
сільськогосподарської техніки»

КРБ.133ГМбд_21[1].14.00.00.000 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]
ЧОРНОБРИВИЙ Олександр

Керівник: докт. техн. наук, професор
КОВБАСА Володимир

Полтава – 2022 року

ВСТУП

Під час здійснення сезонних польових робіт, як відомо, використовується різноманітна сільськогосподарська техніка. В її основі покладено використання енергії від двигуна внутрішнього згоряння, що звісно ж працює на паливі. Саме тому застосування паливних заправок сільськогосподарської техніки є досить актуальним, так як забезпечення вчасного підвезення палива у поля економить час на дозаправку техніки, призводить до підвищення ефективності виконання технологічних процесів [5-7].

Паливозаправник представляє собою вантажний транспортний засіб, що призначений для перевезення, зберігання, заправки сільськогосподарської та іншої техніки різними видами паливно-мастильних матеріалів. Конструкція такої машини складається з автомобільного шасі та цистерни. Остання може виконуватися різного об'єму. Вона являє собою резервуар для транспортування бензину, солярки або гасу. Цистерна має корпус із внутрішніми ребрами жорсткості для підвищення надійності конструкції та запобіганню гідравлічних ударів. Окрім цистерни паливозаправник облаштовується знімними бачками змшувальних матеріалів різних сортів, мірним посудом, пристроями роздачі.

Транспортування зазначених вище матеріалів безпосередньо до місць роботи сільськогосподарської техніки вимагає застосування на транспортних шасі автотранспортних засобів надійних гальмівних систем [13]. На даний момент більшість вантажних автомобілів оснащено пневматичною гальмівною системою. Її привод здійснюється за рахунок використання енергії стисненого повітря (рисунок).

Корпус, винесений на розгляд у кваліфікаційній роботі, є складовою частиною компресора, що використовується для живлення гальмівної системи паливозаправника сільськогосподарської техніки стисненим повітрям. Пневматичний компресор за конструкцією є поршневым, а за принципом дії – одинарним.

Рисунок – Пневматична гальмівна система

Отже, **мета** роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є пневматичний компресор, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення корпусу компресора.

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 завантаження виробу;
- здійснити відпрацювання на технологічність вузла та його деталей, запропонувати маршрут обробки поверхонь деталі, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналитичним та довідниковим методами;
- сконструювати загисне пристосування для реалізації процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок;
- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки корпусу компресора, а також здійснити інженерний розрахунок освітлення цеху, запропонувати шляхи вирішення проблеми охорони довкілля;
- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб галузевого машинобудування.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Компресор, винесений на розгляд у кваліфікаційній роботі, призначений для стиснення повітря, що в подальшому надходить до гальмівної системи паливозаправника сільськогосподарської техніки (рисунок 1.1).

Компресор є поршневым, одинарної дії (рисунок 1.2, таблиця 1.1). Поршень, поз. 8, здійснює зворотно-поступальний рух у гільзі, поз. 17, що запресована у циліндр, поз. 11. На поршень надіті поршневі кільця, поз. 9, 10, і маслоз'ємне кільце, поз. 6. До циліндра шпильками кріпляться: верхній диск, поз. 15, із нагнітальним клапаном, нижній диск, поз. 16, із всмоктувальним клапаном, головка, поз. 13, та прокладки, поз. 12, 14, 26. Головка циліндра має два патрубки: всмоктувальний та нагнітальний.

Під час руху поршня униз в циліндрі створюється розрідження. Всмоктувальний клапан відкриває отвір у диску, поз. 15, і повітря надходить до камери циліндра. Під час руху поршня вгору повітря стискається. Під дією стисненого повітря відкривається нагнітальний клапан, і повітря через отвори диска, поз. 16, та отвір в головці циліндра надходить до системи. Нагнітальний та всмоктувальний клапани, поз. 27, виконані у вигляді тонких шліфованих пластин.

Зворотно-поступальний рух поршень, поз. 8, отримує від колінчастого вала, поз. 18, через шатун, поз. 5. Верхня головка шатуна, поз. 5, з'єднана із поршневим пальцем, поз. 28, що фіксується від повздовжнього зміщення кільцем, поз. 43. Нижня головка сидить на виступі колінчастого вала. Її зміщення перешкоджає гайка, поз. 37, шплінт, поз. 40. Для змащення кулькового підшипника, поз. 41, та поршневих кілець у нижній головці шатуна є прорізь, у якій закріплено розбризкувач масла 2. Його верхня частина, що закріплена в прорізі шатуна вимагає точної пригонки, тому що вона є компенсатором під час встановлення підшипника. Циліндр, поз. 11, закріплено на корпусі, поз. 1, за допомогою

чотирьох болтів, поз. 32. Циліндр і головка циліндра мають ребра. Їх призначення – покращення тепловіддачі.



а)

б)

Рисунок 1.1 – Паливозаправник сільськогосподарської техніки на базі автомобілю КАМАЗ 5320: а – загальний вигляд; б – конструктивна схема

Рисунок 1.2 – Компресор живлення гальмівної системи паливозаправника сільськогосподарської техніки

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика компресора

| № з.п. | Найменування параметра | Значення |
|--------|--------------------------------|-------------|
| 1 | Частота обертання валу, об/хв. | 2000 |
| 2 | Продуктивність, л/хв. | 300 |
| 3 | Габаритні розміри, мм | 182×132×236 |
| 4 | Маса, кг | 11,0 |

Колінчастий вал компресора встановлено за допомогою кулькових підшипників, поз. 42, що змонтовано у корпусі 23. У кришці, поз. 4, є отвори для сполучення із атмосферою. У нижній частині корпусу розташовано отвір. Він закривається пробкою, поз. 30, для зливання мастила. Рівень мастила перевіряється за допомогою щупа, поз. 24. В основі корпусу є чотири отвори. За допомогою цих отворів відбувається кріплення компресора до машини.

Деталлю, що виноситься на розгляд у кваліфікаційній роботі буде корпус, поз. 1 (рисунок 1.3), виготовлений із алюмінієвого сплаву АЛ9 за ДСТУ 2839-94 [16, 36]. Він має дві функції, а саме, закріплення готового виробу до машини, на якій компресор буде використовуватись, а також слугує базою закріплення інших деталей під час складання вузла.

Відповідно до цього у деталі корпусі обробляються: нижня площина (база для закріплення на машині), отвори D58H7, D50H7, дві бічних та верхня площина корпусу (для фіксації кришок і циліндра). Окрім цього, обробки зазнають отвори під щуп, пробки. Вимоги стосовно точності обробки висуваються для отворів (за 7-им квалітетом). Інші поверхні обробляють менш точно. Під час складання наявні похибки будуть компенсуватись прокладками.

Рисунок 1.3 Корпус

1.2 Аналіз параметрів точності

За результатами проведення аналізу точності корпусу (рисунок 1.3) заповнюємо таблицю 1.2 [17, 22, 47, 48]. До неї заносимо відомості про основні відповідні параметри.

Проаналізувавши точність корпусу, можна зробити висновок: вимоги до точності розмірів та шорсткості не задоволені. Максимальний квалітет точності – 7-ий, а мінімальна шорсткість – Ra 1,6 мкм.

Таблиця 1.2 – Параметри точності корпусу

| № з.п. | Назва поверхні (елемента) | Розміри із відхиленнями | Квалітет точності | Точність форми | Точність положення | Шорсткість, R_a , мкм |
|--------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | Площина | - | - | - | - | 6,3 |
| 2,3 | Площини | - | - | - | - | 3,2 |
| 4 | Площина | - | - | - | - | 3,2 |
| 5,6 | Отвір | $\varnothing 58^{+0,03}$ | H7 | - | - | 1,6 |
| 7 | Отвір | $\varnothing 50^{+0,025}$ | H7 | - | 0,1 A | 1,6 |
| 8 | Площина | - | - | - | - | 6,3 |
| 9 | Площина | - | - | - | - | 6,3 |
| 10 | Площина | - | - | - | - | 6,3 |
| 11 | Отвір | $\varnothing 9,6$ | H14 | - | - | 20 |
| 12,13 | Різьба | M10-7H | 7H | - | - | 10 |
| 14 | Отвір | $\varnothing 12$ | H14 | - | - | 6,3 |
| 15 | Отвір | $\varnothing 8$ | H14 | - | - | 10 |
| 16 | Площина | - | - | - | - | 6,3 |
| 17 | Отвір | $\varnothing 7$ | H14 | - | - | 10 |
| 29 | Різьба | M6-7H | 7H | - | - | 10 |
| 30 | Різьба | M6-7H | 7H | - | - | 10 |

Креслення корпусу розроблено згідно з нормами і правилами. Воно містить потрібні відомості, серед яких: розміри, відхилення форм і розташування поверхонь, шорсткість, технічні вимоги. Останні повинні бути забезпечені за результатами остаточної обробки.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Деталь – корпус виготовлено із алюмінієвого сплаву АЛ9 ДСТУ 2839-94 [7]. Охарактеризуємо більш детально матеріал деталі.

У наш час сплавам на основі алюмінію приділяють багато уваги. Сучасна промисловість не має аналогів таким легким, достатньо міцним, добре оброблюваним матеріалам. Окрім цього, їх переваг можна віднести високий рівень корозійної стійкості, пластичності, а також невисоку температуру плавлення.

Взагалі усі алюмінієві сплави класифікують за групами: I (АЛ2, АЛ4, АЛ9 – силуміни. Поєднання алюмінію із кремнієм); II (АЛ3, АЛ5, АЛ6, АЛ 32. Основними добавками слугують кремній та мідь); III (АЛ7, АЛ19. Основною добавкою слугує мідь); IV група (АЛ8, АЛ13, АЛ 22. Добавкою слугує магній); V група (АЛ1, АЛ 11, АЛ21. Мають складний хімічний склад) [7, 34, 36].

Хімічний склад матеріалу АЛ9 та матеріалу-замінника подаємо у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Хімічний склад та властивості сплаву АЛ9 та матеріалу-замінника

| Марка сплаву | $\sigma_{\text{в}}$ МПа | НВ | Al, % | Si, % | Fe, % | Mn, % | Mg, % | Zn, % | Cu, % | Be, % | Pb, % | Sn, % |
|--------------|----------------------------|----|-------------|------------|----------|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| АЛ9 | 170... 230 | 60 | 90... 94 | 6...8 | 1,5 | 0,5 | 0,2... 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| АЛ4 | 260... 290 | 60 | 87... 92 | 8... 11 | 1,0 | 0,2... 0,5 | 0,2... 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |

Основна перевага силу мінового сплаву АЛ9 – високий рівень герметичності. Це вагома перевага для матеріалу, що йде на виробництво фасонних виливків.

Рівень ливарної усадки даного матеріалу становить 1%. Для зміцнення до складу уводять магній. Він у поєднанні із кремнієм утворює зміцнюючу фазу.

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингові дослідження показали попит ринку в компресорах живлення гальмівної системи у кількості 6250 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою [28, 30, 35]:

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

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

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

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

Приймаємо рівним 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на заготовки.

$$N_{\text{зап}} = (6250 + 0,04 \cdot 6250) \cdot (1 + 0,025) = 6663 \text{ (шт.)}.$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок вузла не перевищує 200 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – середньосерійне.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Під час аналізу вузла на технологічність необхідно перевірити його за рядом факторів, що відповідають технологічності виробу. Якщо вузол не відповідає вимогам технологічності, то необхідно вжити заходів стосовно поліпшення конструкції. Нижче перераховані основні вимоги до технологічності [2].

1 При складанні вузла та встановленні його на машину, роботи з підгонки відсутні. Це пояснюється правильним вибором конфігурації деталей, доцільним їх розташуванням, застосуванням прокладок, що компенсують похибку при встановленні.

2 Вузол має у своєму складі багато стандартних та уніфікованих деталей, що значно спрощують виготовлення. Наочно це можна представити у вигляді коефіцієнтів стандартизації та уніфікації: Коефіцієнт уніфікації вузла становить 0,77, а стандартизації 0,47.

3 Можливість спрощення з'єднання деталей виключається, так як при цьому зміниться герметичність вузла. У даному випадку з'єднання деталей найпростіше і зменшення кількості деталей виключається. Вузол не має зайвих складових частин. Складальна одиниця піддається за умов експлуатації періодичним розбиранням під час ремонту. Вузол технологічний із точки зору процесу розбирання, завдяки простому прикріпленню одної деталі до іншої, а також наявності різьбового з'єднання та складових частин.

4 У конструкції вузла передбачено елементи, що забезпечують задану точність розташування складових частин. Фаски, радіуси заокруглень виконані на поверхнях складальних одиниць. Вони забезпечують гарне центрування при складанні, спрощують його. Роль компенсаторів та регуляторів відіграють прокладки.

На основ. наведеного, можна зробити висновок про те, що вузол є технологічним. Це приводить до спрощення, скорочення трудомісткості складання, дозволяє не лише зменшити вартість виробів, але й одночасно підвищити їх якість.

Основні вимоги до технологічності корпусу заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вимоги до технологічності корпусу

| № з/п | Показник технологічності | Висновки | Заходи, що треба вжити для поліпшення технологічності |
|-------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Необхідна наявність зручних технологічних баз, що забезпечують необхідне розташування, надійне закріплення заготовки. | Деталь має зручні технологічні бази: на першій операції обробки – отвір та уступи нижньої площини, на подальших операціях – нижня площина деталі. Таким чином забезпечується необхідна орієнтація та надійне закріплення заготовки. | Не потрібні |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|--------------|
| 2 | Конструкція деталі повинна дозволити установку, закріплення її простими пристосуваннями. | Конструкція деталі дозволяє установку і закріплення її простими пристосуваннями: пневматичними або ручними лецатами. | Не потрібні. |
| 3 | Отвори у деталі повинні бути такими, щоб їх можна було обробити напрехід. | Деталь не має глухих отворів. | Не потрібні. |
| 4 | У деталях необхідно уникати отворів $L > (8...10)D$ | Такі отвори відсутні. | Не потрібні. |
| 5 | Розміри розташування отворів повинні допускати багатошпindelну обробку. Для цього відстань між осiami повинна бути не менше 30...40 мм. | Розміри розташування отворів допускають багатошпindelну обробку. | Не потрібні. |
| 6 | Не потрібно застосовувати дрібні різьбові отвори | У конструкції деталі застосовуються отвори М6, але збільшити діаметр не дозволяє конструкція. | Не потрібні. |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|--------------|
| 7 | Припуски на заготовку повинні бути мінімальні. | Виходячи з виробничої програми і методу отримання заготовки – литво у литані форми при машинному формуванні припуски на заготовку мінімальні. | Не потрібні. |
| 8 | При аналізі креслення необхідна перевірка співвідношення між допуском і шорсткістю. | При проведенні аналізу креслення виявлено, що співвідношення між полями допусків і шорсткістю є задовільним. | Не потрібні. |
| 9 | Для автоматизованого складання необхідно застосувати елементи для самовстановлення та центрування поверхонь. | Конструкція корпусу має елементи для самовстановлення і центрування поверхонь фаски, радіуси закруглень. | Не потрібні. |

Конструкція вузла та деталі (корпус) є технологічною. Забезпечуються усі експлуатаційні вимоги. При проведенні аналізу виявлено, що корпус відповідає

основним показником технологічності обробки деталей в автоматизованому виробництві.

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

При аналізі діючого технологічного процесу видно, що він розроблений грамотно. До нього важко зробити які-небудь значні доповнення. Єдине, що не задовольняє – це те, що даний технологічний процес розроблений для масового типу виробництва, а при сьогоденній економічній ситуації недоцільно налагоджувати виробництво на масовий тип. Асортимент продукції постійно змінюється. Основною задачею роботи є перехід на середньосерійний тип виробництва. Це означає, що обов'язково необхідно зробити зміни у технологічному обладнанні. У базовому технологічному процесі використовуються переважно агрегатні верстати. Вони мають значну вартість, більшу собівартість налагодження, велику складність переналагодження на іншу продукцію. Тому необхідно замінити всі агрегатні верстати на верстати із ЧПК. З одного боку це дещо збільшить час на обробку деталей, але, у порівнянні із витратами на підготовку виробництва, в цілому дасть значний економічний ефект. Також при сьогоденній нестабільності в економіці та виробництві, при зміні асортименту продукції, що випускається, переналагодження верстатів не буде викликати особливих витрат. Також свердління ступінчастого отвору під щуп маслопоказчика здійснюється за два переходи. Більш доцільно буде свердлити цей отвір за один прохід – ступінчастим свердлом.

2.3 Методи обробки поверхонь

В залежності від вимог, що висуваються до точності розмірів, форми, розміщення і параметру шорсткості поверхонь деталі з урахуванням її розмірів, маси та конфігурації, типу виробництва необхідно вибрати з декількох варіантів обробки один – найбільш раціональний процес обробки заготовки.

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю та ін. [48].

Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

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

де ε – загальне значення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

P – число ступенів обробки;

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

Розкладаючи загальне значення на співмножники, потрібно враховувати типові рекомендації: для першого ступеня чоргової обробки досяжними 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 спрямованого вибору числа ступенів обробки необхідно застосувати формулу:

$$n_p = \lg(\varepsilon) / 0,45 \quad (2.2)$$

Можливі методи обробки усіх поверхонь корпусу подані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Можливі варіанти технологічних методів обробки поверхонь

корпусу

| № поверхні | Квалітет за кресленням | Шорсткість за кресленням | Допуск заготовки, мм | Квалітет заготовки | Загальне уточнення | Можливі варіанти обробки поверхонь | | Квалітет після обробки | Досягнений показник допуску, мм | Коефіцієнт уточнень | Загальне уточнення |
|------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | | Номер варіанту | Перехід МОП | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 11 | 6.3 | 40 | 15 | 6.3 | 1 | Фрезерування одноразове | 11 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| 2 | 9 | 3.2 | 40 | 15 | 12.5 | 1 | Фрезерування чорнове | 11 | 6.3 | 6.3 | 12.5 |
| | | | | | | | Фрезерування чистове | 9 | 3.2 | 2 | |
| 3 | 9 | 3.2 | 40 | 15 | 12.5 | 1 | Фрезерування чорнове | 11 | 6.3 | 6.3 | 12.5 |
| | | | | | | | Фрезерування чистове | 9 | 3.2 | 2 | |
| 4 | 9 | 3.2 | 40 | 15 | 12.5 | 1 | Фрезерування чорнове | 11 | 6.3 | 6.3 | 12.5 |
| | | | | | | | Фрезерування чистове | 9 | 3.2 | 2 | |
| 5 | 7 | 1.6 | 1,3 | 15 | 43,3 | 1 | Розточування чорнове | 11 | 0,19 | 6.84 | 43,3 |
| | | | | | | | Розточування чистове | 8 | 0,046 | 4,13 | |
| | | | | | | | Розточування тонке | 7 | 0,03 | 1.53 | |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----|-----|-----|----|------|---|----------------------------|----|-------|------|------|
| 6 | 7 | 1,6 | 1,3 | 15 | 43,3 | 1 | Розточування чорнове | 11 | 0,19 | 6,84 | 43,3 |
| | | | | | | | Розточування чистове | 8 | 0,046 | 4,13 | |
| | | | | | | | Розточування тонке | 7 | 0,03 | 1,53 | |
| 7 | 7 | 1,6 | 1,3 | 15 | 43,3 | 1 | Розточування чорнове | 11 | 0,19 | 6,84 | 43,3 |
| | | | | | | | Розточування чистове | 8 | 0,046 | 4,13 | |
| | | | | | | | Розточування тонке | 7 | 0,03 | 1,53 | |
| 8 | 11 | 6,3 | 40 | 15 | 6,3 | 1 | Фрезерування одноразове | 11 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 9 | 11 | 6,3 | 40 | 15 | 6,3 | 1 | Фрезерування одноразове | 11 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 10 | 11 | 6,3 | 40 | 15 | 6,3 | 1 | Фрезерування одноразове | 11 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 11 | 12 | 40 | - | - | - | 1 | Свердління | 12 | 40 | - | - |
| 12 | 12 | 40 | - | - | - | 1 | Свердління | 12 | 40 | - | - |
| 13 | 6Н | 10 | - | - | - | 1 | Нарізання різьби | 6Н | 10 | - | - |
| 14 | 6Н | 10 | - | - | - | 1 | Нарізання різьби | 6Н | 10 | - | - |
| 15 | 12 | 20 | - | - | - | 1 | Свердління | 12 | 20 | - | - |
| 16 | 12 | 20 | - | - | - | 1 | Свердління | 12 | 20 | - | - |
| 17 | 11 | 6,3 | 40 | 15 | 6,3 | 1 | Фрезерування одноразове | 11 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 18 | 12 | 20 | - | - | - | 1 | Свердління | 12 | 20 | - | - |
| 19 | 6Н | 10 | - | - | - | 1 | Нарізання різьби | 6Н | 10 | - | - |
| 20 | 6Н | 10 | - | - | - | 1 | Нарізання різьби | 6Н | 10 | - | - |

2.4 Вибір схеми базування

Вибір схем базування ведеться згідно з послідовністю виконання процесу механічної обробки із дотриманням принципів єдності та сталості баз. При розробленні теоретичних схем базування необхідно дотримуватися ГОСТ 21495 (рисунок 2.1).

а)

б)

Рисунок 2.1 – Розташування корпусу під час механічної обробки:

а – операція 010; б – операції 015, 020, 025, 030

При виборі чорнової технічної бази необхідно виходити із забезпечення рівномірного зняття припуску із найбільш точних та важливих для деталі поверхонь.

2.5 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будують 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 корпусу

| Операція | Зміст переходів |
|---|--|
| Операція 005. Заготовельна. | Заготовка, отримана литвом. |
| Операція 010. Фрезерна. | Фрезерувати поверхню основи одноразово. |
| Операція 015. Фрезерно-розточувально-свердлильна-різьбонарізна. | Фрезерувати торцеві поверхні $\phi 58H7$ із поворотом стола на 180° . Фрезерувати поверхню торця M10 з обох боків. Розточити отвори $\phi 58H7$. Свердлити отвори під різьби M10. Нарізати різьби M10. |
| Операція 020. Фрезерно-свердлильно-розточувальна | Фрезерувати верхню поверхню. Розточити отвір $\phi 50H7$. Свердлити 4 отвори під різьбу M6. Нарізати різьбу M6. |
| Операція 025. Свердлильно-різьбонарізна. | Свердлити 4 отвори під різьбу M6 із поворотом стола на 180° . Нарізати різьбу M6. |
| Операція 030. Фрезерно-свердлильна | Фрезерувати поверхні. Свердлити отвори у розмір 60 та 105 мм. Свердлити отвір ступінчастий $\phi 12$ мм, $\phi 8$ мм. |
| Операція 035. Мийна. | Промити деталь. |
| Операція 040. Контрольна. | Контролювати деталь. |

2.6 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

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 $\varnothing 50H7$ мм.

Розрахунковий припуск при обробці внутрішньої циліндричної поверхні визначається:

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

$$2z_{i \min} = D_{i \max} - D_{i-1 \max}; \quad (2.4)$$

де $2z_{i \max}$, $2z_{i \min}$ – максимальний та мінімальний припуск на діаметр відповідно;

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

$D_{i-1 \min}$, $D_{i-1 \max}$ – мінімальний та максимальний розмір на попередньому переході відповідно.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхні обертання

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.5)$$

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, прямолінійності) на попередньому переході;

ε_i – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Правильність розрахунку перевіряється за формулою

$$Z_{0 \max} - Z_{0 \min} = \delta_{\text{заг.}} - \delta_{\text{дет.}} \quad (2.6)$$

де $\delta_{\text{заг.}}$, $\delta_{\text{дет.}}$ – допуск заготовки та деталі відповідно.

Карта розрахунку припусків на обробку та граничні розміри по технологічних переходах наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4– Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці отвору $\varnothing 50H7^{(+0,03)}$

| Технол. перехід | Елемент припуску, мкм | | | | Розр. прип. $2Z_{\min}$ мкм | Розр. розмір, d_p , мм | Доп. δ , мкм | Граничний розмір, мм | | Граничний припуск, мкм | |
|----------------------|-----------------------|-----|-----|---------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|------------|------------------------|-------------|
| | R_z | T | r | ε | | | | D_{\min} | D_{\max} | $2Z_{\max}$ | $2Z_{\min}$ |
| Литво | 200 | 100 | 90 | - | - | 49,004 | 1200 | 47,80 | 49,0 | - | - |
| Розточування чорнове | 50 | 50 | 5 | - | 780 | 49,784 | 190 | 49,60 | 49,80 | 1800 | 800 |
| Розточування чистове | 20 | 20 | 3 | - | 210 | 49,994 | 46 | 49,90 | 49,95 | 300 | 150 |
| Розточування тонке | 5 | 5 | - | - | 86 | 50,03 | 30 | 50,0 | 50,03 | 100 | 80 |

Зробимо перевірку розрахунків:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = (1800 + 300 + 100) - (800 + 150 + 80) = 2200 - 1030 = 1170;$$

$$\delta_{PЗ} - \delta_{PД} = 1200 - 30 = 1170;$$

$$1170 = 1170.$$

Припуски розраховані ґрно.

На рисунку 2.2 наведено розташування припусків та допусків при обробці отвору $\varnothing 50H7^{(+0,03)}$.

Рисунок 2.2 – Графічне розташування припусків та допусків на $\varnothing 50H7^{(+0,03)}$

На релу поверхонь деталі припуски визначаються за довідниками. Отримані результати по всіх поверхнях заносимо до таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Припуски та допуски на інші поверхні

| № з.п. | Найменування поверхні | Найменування переходу | Припуск Z_{min} , мм |
|--------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Площина | Фрезерування одноразове | 3,0 |
| 2 | Площина | Фрезерування чорнове | 2,0 |
| | | Фрезерування чистове | 1,0 |

Продовження таблиці 2.5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------|-----------------------------------|-------------------------|-----|
| 3 | Площина | Фрезерування чорнове | 2,0 |
| | | Фрезерування чистове | 1,0 |
| 4 | Площина | Фрезерування чорнове | 2,0 |
| | | Фрезерування чистове | 1,0 |
| 5, 6 | Отвір Ø58H7 ^(+0,02) | Розточування чорнове | 2,0 |
| | | Розточування чистове | 0,7 |
| | | Розточування тонке | 0,3 |
| 8 | Площина | Фрезерування одноразове | 3,0 |
| 9 | Площина | Фрезерування одноразове | 3,0 |
| 10 | Площина | Фрезерування одноразове | 3,0 |
| 16 | Площина | Фрезерування одноразове | 3,0 |

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

На даному етапі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено пристосування для закріплення корпусу на операції 015 механічної обробки (рисунок 3.1) [3, 11, 14, 25, 26, 41].

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне:

1 – корпус; 2 – плита верхня; 3 – плита нижня; 4 – щок?, 5 – важіль; 6 – шток;
7 – втулка; 8 – припискач; 9 – кулачок; 10 – ручка; 11 – пружина; 12 – діафрагма;
13 – колонка; 14 – кришка; 15 – втулка; 16 – колонка; 17 – планка; 18, 19 – болт;
20, 21 – гвинт; 22-24 – вісь; 25, 26 – палець; 27-29 – шайба; 30 – гайка; 31 – шпилька

При розробці дотримувалися наступних вимог до пристосування: забезпечення необхідної точності деталі, що обробляється; забезпечення необхідної продуктивності; економічна доцільність (витрати на виготовлення пристосування повинні окупитися зниженням собівартості обробки); забезпечення

зручної експлуатації та ремонтпридатності; забезпечення безпеки праці; деталі пристосування повинні бути за можливістю нормалізовані, стандартизовані для зменшення вартості пристосування, складальне креслення якого також наведено у графічній частині роботи.

Пристосування універсальне. Його можна переналагодити на іншу деталь. Для цього лише необхідно замінити плиту 2 з усіма елементами, що на ній встановлені та важіль 5. У якості приводу використовується пневмоциліндр двобічної дії.

Принцип роботи пристосування наступний. Після встановлення корпусу на опорні пальці та фіксацією за планкою, поворотом рукоятки стиснуте повітря подається до штокової порожнини пневмоциліндра. Шток останнього приводить у дію притискачі через пальці та важіль. Грихвати затискають деталь. Після обробки виконується поворот рукоятки в інший бік – виконується розкріплення деталі.

3.2 Визначення зусилля затискання

Складемо схему діючих сил, визначимо з неї силу, що необхідна для затиску W [14, 41]. На даній операції діє максимальна сила різання F_z при чорновому фрезеруванні верхньої площини корпусу. Сила P_z намагається виштовхнути заготовку паралельно площині закріплення. Складемо рівняння рівноваги у вигляді

$$\sum F_{ix} :$$

$$F_{TP} - K \cdot P_z = 0; \quad (3.1)$$

де

$$F_{TP} = W \cdot f; \quad (3.2)$$

де f – коефіцієнт тертя, становить 0,1.

Тоді рівняння (3.1) набуде вигляду:

$$W \cdot f - K \cdot P_z = 0. \quad (3.3)$$

Звідки маємо, що

$$W = \frac{K \cdot P_z}{f}, \quad (3.4)$$

де K – коефіцієнт запасу

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.5)$$

де $K_0 = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні деталі;

$K_2 = 1,4$ – коефіцієнт, що враховує затуплення різального інструменту;

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує постійність сили затиску;

$K_5 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує ергономіку затискних пристосувань;

$K_6 = 1,0$.

Тоді K дорівнює:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 3,6.$$

Силу різання P_z визначимо за формулою [9]:

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^z}{D^q \cdot n^o} \cdot K_p, \quad (3.6)$$

де t – глибина різання, 2,0 мм;

S – подача на зуб, 0,3 мм/зуб;

B – ширина фрезерування, 74 мм;

z – число зубців фрези, 8;

D – діаметр фрези, 120 мм;

n – частота обертання фрези, 600 хв^{-1} ;

K_p – загальний поплазковий коефіцієнт, 1,1;

$C_p = 825$, $x = 1,0$, $y = 0,75$, $u = 1,1$, $q = 1,3$; $\omega = 0,2$ – коефіцієнт та показники степеня, що вибирають з таблиці [9].

Отже, сила різання:

$$F_z = \frac{825 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 74^{1,1} \cdot 6}{120^{1,3} \cdot 600^{0,2}} \cdot 1,1 = 277 \text{ (Н)}.$$

Визначимо силу, необхідну для закріплення (формула 3.4):

$$W = \frac{277 \cdot 3,6}{0,1} = 9972 \text{ (Н)}.$$

3.3 Розрахунок параметрів силового приводу

Розрахунок силового приводу зводиться до визначення зусилля на ведучій ланці механізму за відомою силою затиску. Потім, за визначеним зусиллям на ведучій ланці знаходиться діаметр пневмоциліндра.

Для даного механізму справедливо записати:

$$Q = \frac{W}{i}, \quad (3.7)$$

де i – передавальне відношення сил. Воно характеризує конструктивні параметри механізму. Для даного пристосування воно дорівнює 1.

З урахуванням цього зусилля маємо, що $Q = W = 9972 \text{ (Н)}$.

Знайдемо діаметр поршня пневмоциліндра:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \eta; \quad (3.8)$$

З цієї формули виразимо значення діаметра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta} + d^2}, \quad (3.9)$$

де D – діаметр поршня;

d – діаметр штока, 15 мм;

η – ККД пневмоциліндра, 0,8;

p – тиск повітря, що подається до пневмоциліндра, 0,5 МПа.

Обчислимо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 9972}{3,14 \cdot 0,8 \cdot 0,5} + 15^2} = 178,8 \text{ (мм)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $D = 180$ мм.

3.4 Розрахунок на міцність слабкої ланки

Розрахунок виконаємо для осі, що з'єднує шток пневматичного циліндра та важеля. Розрахунок на зріз виконують за відомою формулою:

$$\tau = \frac{Q_{\max}}{F_{\min}} \leq [\tau], \quad (3.10)$$

де Q_{\max} – максимальна сила затиску, Н, визначена за формулою (3.8) та з урахуванням стандартного діаметра поршня пневмоциліндра:

$$Q_{\max} = \frac{3,14 \cdot (180^2 - 15^2)}{4} \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 10103 \text{ (Н)};$$

$[\tau] = 70 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на зріз;

F_{\min} – площа поперечного перерізу осі;

$$F_{\min} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 200,96 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Тоді величина діючого напруження становитиме:

$$\tau = \frac{10103}{200,96} = 50,3 \text{ (МПа)};$$

$$50,3 < 70.$$

Отже, робимо висновок, що міцність осі є достатньою.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Корпус виготовляється з алюмінієвого сплаву. Його заготовка одержується методом литва. З урахуванням типу виробництва, властивостей заготовки для порівняння методів приймаємо литво в піщано-глиняні форми при машинному формуванні та литво в кокілі.

Лиття у піщано-глиняні форми – найбільш універсальний, розповсюджений спосіб виготовлення заготовок. Він використовується при одиничному, серійному і масовому типах виробництва.

Механізоване та автоматизоване машинне формування опок сумішшю, її ущільнення, виймання моделей з форми, складання, фарбування, сушіння та транспортування форм використовується при серійному, масовому типах виробництва. Застосування роботизованих, автоматизованих ліній із програмним керуванням виробничим процесом забезпечує високий рівень якості заготовок, а також поліпшені умови праці, високу продуктивність устаткування.

Основні переваги виготовлення виливків у металевих формах (кокілях): можливість багаторазового використання ливарної форми; висока точність форми та її розмірів, якісна поверхня заготовки. До недоліків цього способу виготовлення виливків належать: висока вартість обладнання, можливість утворення тріщин у виливках. Кокілі дають змогу отримати виливки з точними розмірами поверхні (12 квалітет) та шорсткістю до 4 мкм за параметром R_a . Стійкість чавунних кокілів становить 400...8000 виливків.

Під час техніко-економічного обґрунтування із двох варіантів вибираємо той спосіб виготовлення заготовки, який найбільш відповідає заданому критерію оптимізації. Ним може бути вартість, якість вибору, продуктивність праці.

У разі однакової продуктивності праці перевагу віддають варіанту із меншою вартістю, а за рівності – більш продуктивному варіанту, але за умови обов'язкового забезпечення заданої якості виробів [8, 31, 49].

Проведено економічну оцінку вибору способу виготовлення заготовки корпусу за методом порівняння собівартості варіантів одержання заготовок.

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

$$C_g = 0,001 \cdot [C_{об} \cdot G_g \cdot K_{тв} \cdot K_{св} \cdot K_{ма} \cdot K_{пмс} \cdot K_{ст} - (G_g - G_d) \cdot C_{ax}], \quad (4.1)$$

де $C_g, C_{об}$ – ціна виливка та базова ціна однієї тонни виливків, виготовлених із базового матеріалу, з базовою точністю та складністю виливка, грн.;

C_{ax} – ціна тонни металевих відходів, грн.;

G_g, G_d – маса відповідно виливка та деталі, кг.;

$K_{тв}, K_{св}, K_{ма}, K_{пмс}, K_{ст}$ – коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної точності виливка, марки матеріалу, програми річкового замовлення (групи серійності) та маси виливка й відносного потоншення основних стінок виливка порівняно з базовою товщиною. Значення базової ціни виливків згаданих коефіцієнтів приймаємо відповідно до [7].

Укрупнено масу виливка можна визначити за формулою:

$$G_g = \frac{G}{k_{в.м.}}, \quad (4.2)$$

де $G_d = 2,1$ – маса готової деталі, кг.;

$k_{в.м.}$ – середній коефіцієнт використання металу, який відповідає даному методу виготовлення ([7]); для виливків, отриманих литвом у піщано-глиняні форми, $k_{в.м.} = 0,7$, а для литва у кокіль — $k_{в.м.} = 0,8$.

Тоді маса виливка становить:

– піщано-глиняні форми:

$$G_{\text{в. пщ.-гл.ф.}} = \frac{2,1}{0,7} = 3,0 \text{ (кг)};$$

– кокіль.

$$G_{\text{кок}} = \frac{2,6}{0,8} = 2,6 \text{ кг.}$$

Базова ціна однієї тони виливок за [1] $C_{\text{бв}} = 118000 \text{ грн.}$; ціна тонни відходів

$$C_{\text{вх}} = 35000 \text{ грн.}; K_{\text{вв}} = 1,0; K_{\text{св}} = 1,0; K_{\text{лв}} = 1,0; K_{\text{лмв}} = 0,85; K_{\text{ст}} = 1,1.$$

Собівартість заготовки, виготовленої литвом у піщано-глиняні форми:

$$C_{\text{в. пщ.-гл.ф.}} = 0,001 \cdot (118000 - 3,0 \cdot 1,0 - 0,81 \cdot 0,94 \cdot 1,0 + 1,0 - (3,0 - 2,1) \cdot 35000) = 248,8 \text{ (грн.)}.$$

Собівартість заготовки, виготовленої литвом у кокіль:

$$C_{\text{кок}} = 0,001 \cdot (118000 - 2,6 \cdot 1,32 \cdot 0,81 \cdot 0,94 \cdot 1,04 \cdot 1,0 - (2,6 - 2,1) \cdot 35000) = 303,2 \text{ (грн.)}.$$

Із проведених розрахунків видно, що собівартість вилівка, отриманого литвом у кокіль вища на 54,4 грн. ніж у піщано-глиняні форми.

Економічний ефект в цьому випадку буде становити для корпуса:

$$E = (303,2 - 248,8) \cdot 6250 = 340000 \text{ (грн.)}.$$

Основна перевага методу литва у піщані форми – нижча собівартість та потрібна мікроструктура виливку. При литві у кокіль можуть мати місце тріщини у металі, які можна виявити лише після механічної обробки при

гідровипробуваннях. Крім того, за даної конфігурації заготовки дуже важко (практично неможливо) отримати заготовку методом литва у кокіль. Отже, для виготовлення заготовки корпусу приймаємо литво у піщані форми при машинному формуванні.

4.2 Стан безпеки праці у машинобудуванні

Основними подіями, що призводить до травматизму на підприємствах машинобудування є дорожньо-транспортні пригоди, наїзди транспортних засобів на працівників на території підприємств, падіння з висоти, ураження електричним струмом, дія предметів та деталей обладнання, що рухаються, обертається [4, 10, 12, 18-21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50].

Основними причинами нещасних випадків є незадовільна організація виконання робіт та неузгодженість дій, відсутність або недостатня якість проведення навчання та інструктажів з охорони праці, порушення працівниками технологічної дисципліни, нехтування працівниками вимог безпеки, незадовільний технічний стан обладнання.

Пріоритетними напрямками роботи залишаються: посилений нагляд за дотриманням вимог безпеки під час виконання металорізальних робіт та за підприємствами, де здійснюється газополуменева обробка металів, виробництво ацетилену, кисню.

Для машинобудівного виробництва може бути використана така узагальнена класифікація причин травматизму:

1) організаційні: відсутність чи неякісне проведення інструктажів й навчання; відсутність проекту робіт, інструкцій з охорони праці; недостатній контроль з охорони праці; недостатній контроль з охорони праці; незадовільна організація й утримання робочих місць; порушення правил безпеки руху, технічної і лінійної експлуатації транспорту;

2) технічні: невідповідність нормам безпеки конструкції технологічного обладнання і підйомно-транспортних пристроїв, технологічного оснащення, ручного механізованого інструменту (відсутність чи недостатня надійність захисних пристроїв, наявність потенційно небезпечних зон та ін.); невідповідність конструкції обладнання ергономічним вимогам (нерациональне компонування управління, незручність обслуговування та ін.); неправильний вибір обладнання, оснащення, транспортних засобів, методів, режимів обробки, складання і транспортування; відсутність вказівок про методи і засоби безпечного виконання робіт; невиконання термінів планово попереджувального ремонту, несправність технологічного обладнання, оснащення кого підйомно-транспортних пристроїв повна ручного механізованого інструменту;

3) санітарно-гігієнічні: несприятливі метеорологічні умови; висока концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; незадовільні умови освітлення; високий рівень шуму та вібрацій; наявність шкідливого випромінювання;

4) психофізіологічні: здійснення помилкових дій через важкість і напруженість праці, підвищену втомлюваність, зниження уваги; монотонні умови праці; недостатня професійна підготовка; порушення правил безпечного виконання робіт, трудової і виробничої дисципліни; невідповідність психофізіологічних даних працівника виконуваним роботі чи його хворобливий стан.

4.3 Вплив підприємств машинобудування на довкілля

Машинобудівні підприємства спричиняють негативний вплив на екологію Землі. Зокрема, такі підприємства забруднюють воду, ґрунт, атмосферу.

Важливою проблемою машинобудівних підприємств є забруднення водних ресурсів. Це пов'язано, у першу чергу, зі стічними водами. Вони містять у своєму складі різноманітні важкі метали. Вода стає непридатною для пиття та становить небезпеку життю людини.

Також, за результатами роботи підприємств машинобудівної галузі утворюються відходи, що потрапляють до ґрунту. Найбільшу небезпеку являють цинки, свинець, ртуть, кадмій. Ці речовини поступово накопичуються і призводять до негативного впливу на рослинний світ та людський організм.

У результаті промислових викидів відбувається забруднення атмосфери. Викиди у своєму складі містять діоксид сірки, оксид вуглецю, шестивалентний хром. Останній є надзвичайно шкідливим.

Основними заходами, що спрямовані на зменшення негативного впливу машинобудівних підприємств, є наступні дії: впровадження сучасних технологій, що здатні зменшити шкідливі відходи виробництва; поліпшення системи фільтрації стічних вод підприємства; переробка шкідливих речовин та утилізація відходів виробництва; впровадження системи моніторингу та контролю за екологією місцевості.

Промислово розвинені країни питанням екології приділяють багато уваги. Наприклад, у США, Великій Британії, Канаді існує спеціальна служба, що називається екологічний моніторинг. Ця служба здійснює оцінку діяльності як приватних, так і державних компаній із точки зору дотримання ними законів охорони довкілля.

Японія чимало уваги приділяє роботі підприємств, що безпечні до природи. За порушення законів щодо викидів машинобудівних підприємств порушник повинен сплатити значну суму штрафу. Окрім цього, узяти на себе витрати щодо лікування постраждалих. Можуть мати місце навіть випадки притягнення до кримінальної відповідальності.

На Україні саме промислові підприємства є одними з основних забруднювачів довкілля. Сучасними очисними спорудами обладнано менше 50% виробництва. Внаслідок цього у деяких промислових районах рівень забруднення перевищує санітарні норми.

ВИСНОВКИ

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

1 Визначено службове призначення вузла компресора живлення, що застосовується у складі гальмівної системи паливозаправника сільськогосподарської техніки. Наведено його технічну характеристику, складові частини. Проведено аналіз точності корпусу. Охарактеризовано його конструкційний матеріал, надано рекомендації стосовно замітника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – середньосерійний.

2 Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано діючі технологічні процеси виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь корпусу. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні корпусу $\varnothing 50H7^{+0,03}$ мм розрахунково-аналітичним методом. На решту поверхонь припуски визначено довідниковим способом.

3 Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки. Здійснено розрахунки параметри силового приводу, а також слабкої ланки на міцність.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки корпусу компресора живлення гальмівної системи. Річний економічний ефект для програми випуску 6250 шт. склав 340000 грн. Розглянуто стан безпеки праці у машинобудуванні, а також вплив підприємств галузі на навколишнє середовище.

5 У графічній частині роботи наведено складальне креслення компресора живлення гальмівної системи паливозаправника сільськогосподарської техніки, робоче креслення корпусу, креслення заготовки корпусу, а також складальне креслення затискного пневматичного пристосування.