

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: «Конструкторсько-технологічні аспекти виготовлення корпусу поршневого повітряного нагнітача для живлення гальмівних систем транспортних засобів»

КРБ.133ГМбд_21[1].08.00.00.000 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]
КРАВЧЕНКО Дмитро

Керівник: докт. техн. наук, доцент
ВЕТОХІН Володимир

Полтава – 2023 року

ВСТУП

Повітряні нагнітачі (компресори) широко застосовуються у різноманітних галузях сільського господарства нашої країни. Широке застосування компресорного обладнання відмічено під час виробництва борошна, транспортування та зберігання зернових культур. Також дане обладнання не залишається непоміченим на птахофабриках. На підприємствах м'ясопереробної галузі споживається значна кількість води. Це потребує використання власних очисних споруд із компресорами низького тиску. Важлива роль компресорів у транспортній галузі. Їх використовують для гальмівних систем вантажних автомобілів, поїздів, а також підтримці належного рівня тиску в шинах [5-7, 13].

З часом розвитку технологій повітряні нагнітачі стають більш ефективними та більш простими у використанні. Сучасні конструкції, окрім більш ефективного контролю продуктивності, дають можливість отримувати чисте стиснуте повітря, споживають меншу кількість енергії.

Отже, мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є нагнітач повітряний, а **предметом** – технологічне забезпечення процесів виготовлення корпусу, що входить до його складу.

Для виконання 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 затискне пристосування для реалізації процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок;
- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки корпусу, а також здійснити розрахунок освітлення, розкрити поняття екологічної безпеки;

- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб підприємств галузевого машинобудування.

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Вузол, що винесений на розгляд у роботі (рисунок 1.1), є складовою частиною електричного нагнітача. До його складу входить також електродвигун АІР 143М4, передня опора, опора електродвигуна та повітряний фільтр.

Рисунок 1.1 – Повітряний нагнітач

Нагнітач призначений для одержання стиснутого повітря тиском до 0,8 МПа та постачання його до гальмівної пневматичної системи транспортної техніки. Можливе використання нагнітача в якості джерела стиснутого повітря для пневмосистем інших машин і агрегатів сільськогосподарського виробництва за

умови виконання вимог паспорту. Повітряний нагнітач приводиться до руху від електродвигуна. Крутний момент передається через пружну втулково-пальцеву муфту. Вона об'єднана із маховиком. Нагнітач усмоктує через повітряний фільтр зовнішнє повітря, і при стисканні його по чергово в циліндрах низького та високого тиску з проміжним охолодженням у теплообміннику, нагнітає до пневмосистеми.

Повітряний нагнітач (рисунок 1.1) складається із таких основних вузлів: 1 – корпус; 2 – напівмуфта ведена; 3 – шатунно-поршнева група високого тиску; 4 – шатунно-поршнева група низького тиску; 5 – клапан високого тиску; 6 – клапан низького тиску; 7 – коробка клапанна високого тиску; 8 – коробка клапанна низького тиску; 9 – теплообмінник проміжний; 10 – кришка передня; 11 – кришка задня; 12 – колінчастий вал; 13, 14 – підшипники; 15 – опора; 16 – циліндр високого тиску; 17 – циліндр низького тиску; 18 – манжета.

Із зовнішньої сторони до корпусу на шпильках кріпляться литі, чавунні з ребрами циліндри ступенів високого та низького тиску.

Шатуни – сталеві, штамповані, складаються із верхньої та нижньої головок та стержня двотаврового перерізу. В нижній головці встановлюється радіальний, однорядний кульковий підшипник, у верхній головці – бронзова втулка.

У таблиці 1.1 наведена технічна характеристика вузла.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика вузла

| № з.п. | Найменування параметра | Значення |
|--------|--|-------------|
| 1 | Продуктивність, м ³ /год. | 0,8 |
| 2 | Максимальний тиск нагнітання повітря, МПа | 0,9 |
| 3 | Споживана потужність, кВт | 5,8 |
| 4 | Частота обертання колінчастого валу, об/хв | 1450 |
| 5 | Габаритні розміри, мм | 565×635×250 |
| 6 | Маса, кг | 124 |

Поршень ступеня низького тиску виготовляється із алюмінієвого виливку, а поршень ступеня високого тиску виготовляється із чавуну. Вони приєднані до верхніх головок шатуна через поршневі пальці. На кожному поршні встановлені чотири поршневих кільця: два верхніх – компресійні, два нижні – маслосійомні. Останні кільця мають радіальні пази для проходу мастила, що знялося із дзеркала циліндра.

Клапани ступеня низького тиску та ступеня високого тиску самодіючі, комбіновані (всмоктувальний та нагнітаючий клапан кожного ступеня, які виконані в одному вузлі, аналогічні за конструкцією). Із зовнішньої сторони клапани закриті клапанними коробками. Клапанні коробки обох ступенів литі із чавуну, мають окремі порожнини всмоктування та нагнітання.

Повітря, що всмоктується компресором, очищується у повітряному фільтрі, що встановлений на клапанній коробці ступеня низького тиску. Фільтр двоступеневий: перший ступень – інерційно-масляний, в ньому при повороті повітряного потоку найбільш важкі брудні частинки відкидаються вниз і осідають у шарі мінерального масла, що залито у піддон фільтра до рівня, відміченого рискою. Другий ступень – сухий фільтр. На цьому ступені виконується тонка фільтрація повітря від частинок невідфільтрованих на першому ступені.

Внутрішня порожнина корпусу компресора сполучається зі всмоктувальною порожниною клапанної коробки через сапун. Він має фільтруючу набивку із капронового волокна, а також з'єднувальний трубопровід.

Система змащування барботажна. При обертанні колінчастого валу мастило розбризкується розбризкувачами – пластинами особливої форми, що закріплені на шатунах. При цьому утворюється масляний туман. Він осідає на робочих поверхнях деталей, що труться. Мастило заливається у корпус компресору через отвір у верхній кришці корпусу, який закривається різьбовою пробкою.

Рівень мастила контролюється маслосказівником. Він встановлений у відповідний отвір корпусу. Для контролю рівня на маслосказівнику нанесені дві риски, що вказують максимальний та мінімальний рівень мастила.

Повітря, що стискується у ступені низького тиску відводиться патрубком у проміжний теплообмінник. Він складається із двох алюмінієвих кришок, чавунних повертних патрубків, з'єднаних із клапанними коробками, сталевими трубопроводами і трубок з ребрами.

Крутний момент від електродвигуна передається нагнітачу через пружну втулково-пальцеву муфту, що встановлена на валу електродвигуна і колінчастого валу. Електродвигун прикріплений до нагнітача чотирма шпильками.

Тривала нормальна робота повітряного нагнітача може бути забезпечена тільки при відповідному догляді за ним. Він полягає у дотриманні параметрів, що передбачені технічною характеристикою його роботи, а саме, уважним наглядом за станом і роботою нагнітача та його вузлів, своєчасному усуненні неполадок та здійсненні профілактичних заходів для їх попередження, виконання вимог паспорту. Під час експлуатації треба налядати за зберіганням встановленої величини зазорів між рухомими деталями нагнітача, що рухаються.

Технічне обслуговування це комплекс заходів, що спрямовані на запобігання передчасного наднормового спрацювання деталей за рахунок своєчасного проведення регламентованих робіт, змащення, виявлення утворених дефектів та їх усунення. Технічне обслуговування поділяється на: технічний огляд, контрольний огляд, ревізію, середній ремонт, капітальний ремонт.

Корпус нагнітача (рисунк 1.2) вилитий із алюмінієвого сплаву та має плоску овальну форму. На бічних поверхнях корпусу розташовані привальні площини для закріплення циліндрів. Зверху є прямокутне вікно для забезпечення монтажу деталей кривошипно-шатунного механізму і доступу до них у процесі експлуатації. Вікно закривається кришкою, що виготовлена із алюмінієвого сплаву. На кришці змонтований сапун, є пробка для заливання мастила. Передня і задня частини корпусу закриті кришками, що знімаються, а у кришках встановлені однорядні кулькові підшипники колінчастого валу і гумова ущільнююча манжета (зі сторони приводу).

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 1.2 - Корпус

Нагнітач працює за умов вібрації та ударних навантажень при високих тисках і температурах. Усе це передбачає збільшені вимоги до матеріалу та точності виготовлення навантажених внутрішніх поверхонь корпусу, в якому циркулює охолоджуюча рідина та мастило.

Деталлю, що виноситься на розгляд у кваліфікаційній роботі буде корпус повітряного нагнітача, зображений на рисунку 1.2. Корпусні деталі машин це базові деталі, на яких встановлюють інші деталі та складальні одиниці, точність відносного положення яких повинна забезпечуватись, як у статиці так і при роботі машини під навантаженням. У відповідності із цим дана корпусна деталь має потрібну точність, володіє необхідною жорсткістю та вібростійкістю, що забезпечує потрібне відносне положення деталей та вузлів, що з'єднуються, правильність роботи механізмів та відсутність вібрацій.

Корпус виготовлено із алюмінієвого сплаву АК8 за ДСТУ 2839-94 [16, 36].

1.2 Аналіз параметрів точності

На підставі даного аналізу визначимо доцільність та однозначність заданих вимог точності і шорсткості поверхонь, раціональність виставлених розмірів деталі із точки зору технологічності. За результатами проведення аналізу точності вузла та корпусу (рисунки 1.1, 1.2, 1.3) заповнюємо таблицю 1.2, 1.3 [17, 22, 47, 48].

Таблиця 1.2 – Норми допусків та спрацювання основних деталей вузла

| Найменування розмірів деталей | Розмір на кресленні, мм | Браковочний розмір для експлуатації до, мм |
|---|-------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Діаметральний зазор між робочою поверхнею циліндра і поршнем: | | |
| низького тиску | 0,168-0,27 | 0,5 |
| високого тиску | 0,042-0,102 | 0,4 |

Продовження таблиці 1.2

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------------|------|
| Овальність робочої поверхні циліндрів: | | |
| низького тиску | 0,000-0,021 | 0,12 |
| високого тиску | 0,00-0,015 | 0,1 |
| Конусність робочої поверхні циліндрів: | | |
| низького тиску | 0,000-0,021 | 0,12 |
| високого тиску | 0,00-0,015 | 0,1 |
| Діаметральний зазор між поршневим пальцем і отвором в оболонці поршня | 0,010±0,015 | 0,05 |
| Діаметральний зазор між поршневим пальцем і отвором в верхній головці шатуна | 0,01-0,025 | 0,05 |
| Зазор по висоті між кільцем та ривком поршня низького тиску: | | |
| компресійних | 0,03-0,066 | 0,12 |
| маслоз'ємних | 0,03-0,07 | 0,12 |
| Високого тиску: | | |
| компресійних | 0,020-0,048 | 0,12 |
| маслоз'ємних | 0,020-0,066 | 0,12 |
| Зазор у замку поршневого кільця в робочому стані: | | |
| низького тиску | 0,4-0,7 | 1,5 |
| високого тиску | 0,3-0,5 | 1,0 |

Рисунок 1.3 – Корпус (аналіз точності)

Таблиця 1.3 – Параметри точності корпусу

| № пов. | Тип поверхні | Розмір з відхиленням | Квалітет точності | Відхилення | | Шорсткість R_a , мкм |
|--------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|------------------|------------------------|
| | | | | Форми | Полож | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Плоска | $66 \pm 0,5$ | $\pm IT12/2$ | - | - | 12,5 |
| 2 | Різьбовий отвір | M12 | 6H | - | - | 6,3 |
| 3 | Фланець | $230_{-0,1}$ | H9 | - | $\square 0,1$ | 16 |
| 4 | Фланець | $230_{-0,1}$ | H9 | - | $\square 0,1$ | 16 |
| 5 | Фланець | $266 \pm 0,5$ | $\pm IT12/2$ | $\square 0,6$ | - | 3,2 |
| 6 | Циліндрична | $130^{+0,04}$ | H7 | - | $\odot 0,05 A$ | 16 |
| 7 | Циліндрична | $150^{+0,04}$ | H7 | - | $\odot 0,05 A$ | 16 |
| 8 | Фланець | 276 | $\pm IT12/2$ | - | $\nabla 0,1$ | 16 |
| 9 | Фланець | 236 | $\pm IT12/2$ | - | - | 16 |
| 10 | Циліндрична | $156^{+0,25}$ | H11 | - | $\square 0,05 A$ | 16 |
| 11 | Циліндрична | $96^{+0,22}$ | H11 | - | - | 16 |
| 12 | Різьбовий отвір | M12 | 6H | - | - | 6,3 |
| 13 | Різьбовий отвір | M10 | 7H | - | - | 6,3 |
| 14 | Різьбовий отвір | M33 | 7H | - | - | 6,3 |
| 15 | Різьбовий отвір | M16 | 7H | - | - | 6,3 |

Для корпусних деталей характерна наявність базових поверхонь, а також основних і кріпильних отворів. Основні отвори призначені для монтажу опор валу. Точність діаметральних розмірів основних отворів відповідає 7-му квалітету,

шорсткість Ra 2,5... 0,63 мкм. Міжосьові відстані основних отворів витримуються у відповідності до стандарту. Відхилення отворів від співвісності встановлюють у межах половини допуску на діаметр отвору. Відхилення від паралельності осей отворів допускається 0,02...0,05 мм на 1000 мм довжини. Відхилення від перпендикулярності торцевих поверхонь до осей поверхонь допускається 0,02...0,05 мм на 100 мм радіуса. Базові поверхні обробляють із допустимими відхиленнями від прямолінійності 0,05...0,2 мм на всій довжині і з шорсткістю Ra 2,5... 0,63 мкм.

Провівши аналіз параметрів точності корпусу можна зробити висновок, що взагалі вимісти до точності деталі та її поверхонь не завищені. Вони цілком відповідають службовому призначенню поверхонь. Найточніший квалітет 6, найвища шорсткість поверхонь 1,6 мкм за параметром Ra.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, заміник

Корпус, що входить до складу повітряного нагнітача, виготовлений із сплаву АК8 за ДСТУ 2839-94 [7, 34, 36]. Цей сплав має властивості, що необхідні для виготовлення виливка складної форми, а саме, високу пластичність, добру зварюваність, високу корозійну стійкість. Він добре обробляється різанням, що також необхідно враховувати при виборі матеріалу деталі.

Хімічний склад сплаву АК8 та матеріалу-замінника наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад сплаву АК8 та матеріалу-замінника

| Матеріал | Al | Mg | Si | Cu | Mn |
|----------|--------|----------|----------|----------|----------|
| АК8 | Основа | 0,4-0,8% | 0,6-1,2% | 3,9-4,8% | 0,4-1% |
| АК6 | Основа | 0,4-0,8% | 0,7-1,2% | 1,8-2,6% | 0,4-0,8% |

Фізичні властивості сплаву АК8, матеріалу-замінника наведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Фізичні властивості сплаву АК8 та матеріалу-замінника

| Границя міцності $\sigma_{0.2}$, МПа | Границя текучості $\sigma_{0.2}$, МПа | Границя міцності при згині σ_{-1} , МПа | Відносне подовження δ , % | Твердість за Брінелем НВ, МПа |
|---------------------------------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|
| АК8 | | | | |
| 480 | 380 | 130 | 9 | 1350 |
| АК6 | | | | |
| 427 | 360 | 125 | 11 | 1000 |

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингове дослідження показало попит ринку в повітряних нагнітачах у кількості 600 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою [28, 30, 35]:

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

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

$N_{зч}$ – кількість виробів, що йдуть на заготовки, 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 заготовки.

$$N_{зан} = (600 + 0,04 \cdot 600) \cdot (1 + 0,025) = 640 \text{ (шт.)}$$

Максимальна маса оброблених заготовок деталей вузла не перевищує 20 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – середньосерійне.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Надійність та довговічність машини в значній мірі залежать від якості складання – процесу доля якого в загальній трудомісткості виготовленні машини досягає 20...50%. Складання поділяють на вузлове та загальне. Об'єктом вузлового складання є складальні елементи машини. Об'єктом загального складання є сама машина. Одним з факторів, що суттєво впливає на характер технологічних процесів, є технологічність конструкції виробу і його складових частин. При конструюванні виробів необхідно забезпечити не тільки експлуатаційні вимоги, а й вимоги до їх найбільш економічного виготовлення. Конструкція машини, вузла, деталі є технологічною толи вона відповідає усім технічним та експлуатаційним вимогам, коли на неї витрачається мінімальна кількість суспільної праці.

Складання нагнітача проводиться у такій послідовності: підшипники для полегшення монтажу на колінчастий вал попередньо нагрівають в мастилі до температури 100-120°C. Під час складання поршнів замки усіх поршневих кілець повинні бути здвинуті відносно один одного на кут 120°. Кільця повинні переміщуватись у рівчках поршня легко без гальмування. При устатковці поршнів з поршневими кільцями у циліндр, необхідно користуватись спеціальною оснасткою. Паронітові прокладки необхідно змастити графітовим мащенням типу БВН-1. Проміжок між клапаном та днищем поршня при положенні поршня у БМТ витримати у межах 0,5...0,8 мм підбором товщини прокладки між клапаном та циліндром.

В автоматизованому виробництві вимоги до технологічності базуються на таких самих вимогах, що й вимоги до виготовлення на універсальному обладнанні.

Аналіз технологічності проводимо з урахуванням особливостей технологічних методів обробки, конкретних умов і типу виробництва [2]. Аналіз технологічності корпусу подається у вигляді таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності корпусу

| Показники та вимоги технологічності | Висновок до технологічності деталі | Заходи для поліпшення технологічності |
|--|------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Наявність зручних баз, що забезпечують необхідну орієнтацію та надійне закріплення заготовки | Так, технологічно | При обробці зовнішньої поверхні – закріплення у затискному пристосуванні |
| Чи необхідні додаткові ребра жорсткості? | Ні, технологічно | Деталь вже має необхідну кількість ребер жорсткості |
| Наявність глухих отворів | Так, нетехнологічно | Бажано уникати глухих отворів, але у даному випадку це неможливо |
| Наявність отворів глибиною більше 8d? | Ні, технологічно | - |
| Чи можлива багатшпindelна та багатсієструментальна обробка? | Так, технологічно | - |
| Чи є внутрішні борщі, які необхідно оброблювати? | Ні, технологічно | - |
| Чи є скоси або пази під кутами, відмінними від 45°? | Так, не технологічно | Бажано змінити конструкцію деталі, необхідно погодити із конструктором |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 |
|---|--------------------|---|
| Чи наявні отвори, неперпендикулярні поверхні? | Ні, технологічно | - |
| Чи є в конструкції деталі різьби, менші М5? | Ні, технологічно | - |
| Точність литва заготовки | Ні, нетехнологічно | Бажаний відливоч 1-го класу точності |
| Чи від однієї бази представлені розміри? | Ні, нетехнологічно | Необхідний перерахунок розмірів, враховуючи методи обробки |
| Чи можлива обробка головних отворів з високою точністю на прохід | Так, технологічно | - |
| Чи одного діаметра отвори розташовані на одній осі в протилежних стінках? | Ні, нетехнологічно | Деякі отвори задовольняють цим вимогам, а положення інших неможливо змінити |
| Кріпильні отвори бажано мати однакових розмірів | Так, технологічно | - |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------------------|---|
| Чи мають зовнішні поверхні деталі відкриту форму, для можливості обробки на прохід у напрямку подачі | Так, технологічно | - |
| Конструкція деталі повинна дозволити установку і закріплення її відносно простими пристроями | Так, технологічно | - |

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

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

За діючим технологічним процесом норми часу, що були встановлені на операції складала 1...1,5 години. Виготовлення 1-го корпусу займало 0,5 зміни. Використовувався стандартний різальний інструмент, тобто застосування комбінованого ріжучого інструменту не передбачено, а це впливає на штучний час виготовлення нагнітача. Заготовка отримуюється методом литва в піщано-глиняні форми. При цьому методі коефіцієнт використання металу дорівнює 0,65. В умовах середньосерійного виробництва такі витрати матеріалу є економічно недоцільними.

Для суттєвого зниження собівартості деталі пропонується застосування агрегатних верстатів карусельного та конвеєрного типу, комбінованого ріжучого інструмента. Спроектуємо виготовлення заготовки методом литва в кокіль, при якому коефіцієнт використання матеріалу складає 0,85.

2.3 Маршрут обробки поверхонь

Використовуючи типові маршрути обробки поверхонь призначаємо маршрути обробки окремих поверхонь [18].

Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

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

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 досвідними 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:

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

Приклад для обробки плоскої поверхні у розмір $266 \pm IT12/7$

Допуск за кресленням 0,520 мм, допуск заготовки 1,2 мм. Загальне уточнення складає:

$$\varepsilon = 1,2 / 0,520 = 2,3$$

Орієнтовна кількість ступенів обробки:

$$z_p = 1,2 / 0,46 = 0,79 \approx 1$$

Дану поверхню раціонально обробити за один перехід.

Кількість ступенів обробки для корпусу нагнітача визначено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Кількість ступенів обробки корпусу

| № пов. корпусу | Кількість ступенів обробки | № пов. корпусу | Кількість ступенів обробки |
|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1; 5 | 1 | 8; 9 | 1 |
| 3; 4 | 2 | 10; 11 | 1 |
| 6; 7 | 3 | | |

Можливі методи обробки поверхонь корпусу подані у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця технологічних маршрутів обробки поверхонь деталі – корпусу компресора (рисунок 1.3)

| Поз. пов. | Допуск на повер. δд, мм | Шор-стк. пов, мм | Допуск на загот. го поверхні δз, мм | Заг. уточн., εзаг | Можливі технологічні маршрути обробки поверхонь | | Кваліт. після обробки | Економ. допуски на проміжні методи обробки | Коеф. уточн. | Факт. уточн. εф |
|-----------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|---|-------------------------|-----------------------|--|--------------|-----------------|
| | | | | | № марш. | Зміст маршруту | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 0,520 | 12,5 | 1,2 | 2,3 | 1 | Фрезерування одноразове | 12 | 0,520 | 2,3 | 2,3 |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|-------|-----|-----|------|---|---------------------------------|----|-------|------|-------|
| 2 | 6Н | 6,3 | - | - | 1 | Свердління | 12 | - | - | - |
| | | | | | | Нарізання різьби | 6Н | - | - | |
| 3 | | | | | 1 | Фрезерування чорнове | 11 | 0,29 | 3,73 | 9,40 |
| | | | | | | Фрезерування тонке | 9 | 0,115 | 2,52 | |
| | | | | | 2 | Протягування чорнове | 10 | 0,2 | 5,5 | 9,57 |
| | | | | | | Протягування чистове | 9 | 0,115 | 1,74 | |
| 4 | 0,115 | 1,6 | 1,1 | 9,57 | 1 | Фрезерування чорнове | 11 | 0,29 | 3,73 | 9,40 |
| | | | | | | Фрезерування тонке | 9 | 0,115 | 2,52 | |
| | | | | | 2 | Протягування чорнове | 10 | 0,2 | 5,5 | 9,57 |
| | | | | | | Протягування чистове | 9 | 0,115 | 1,74 | |
| 5 | 0,52 | 3,2 | 1,2 | 2,31 | 1 | Фрезерування одноразове | 12 | 0,52 | 2,31 | 2,31 |
| 6 | 0,04 | 1,6 | 2 | 50 | 1 | Розточування | 12 | 0,4 | 5 | 50 |
| | | | | | | Розверчування чорнове | 9 | 0,1 | 4 | |
| | | | | | | Розверчування чистове | 7 | 0,04 | 2,5 | |
| 7 | 0,04 | 1,6 | 2 | 50 | 2 | Дворазове розточування | 11 | 0,4 | 5 | 49,97 |
| | | | | | | Зенкерування Тонке розточування | 7 | 0,04 | 2,88 | |
| | | | | | | Розточування | 12 | 0,4 | 5 | |
| 7 | 0,04 | 1,6 | 2 | 50 | 1 | Розточування | 12 | 0,4 | 5 | 50 |
| | | | | | | Розверчування чорнове | 9 | 0,1 | 4 | |
| | | | | | | Розверчування чистове | 7 | 0,04 | 2,5 | |
| | | | | | 2 | Дворазове розточування | 11 | 0,4 | 5 | 49,97 |
| | | | | | | Зенкерування | 9 | 0,115 | 3,47 | |
| | | | | | | Тонке розточування | 7 | 0,04 | 2,88 | |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|------|-----|-----|------|---|----------------------------|----|------|------|------|
| 8 | 0,46 | 1,6 | 1,1 | 2,39 | 1 | Фрезерування одноразове | 12 | 0,46 | 2,39 | 2,39 |
| 9 | 0,46 | 1,6 | 1,1 | 2,39 | 1 | Фрезерування одноразове | 12 | 0,46 | 2,39 | 2,39 |
| 10 | 0,25 | 1,6 | 1 | 4 | 1 | Дворазове розточування | 11 | 0,25 | 4 | 4 |
| 11 | 0,25 | 1,6 | 1 | 4 | 1 | Дворазове розточування | 11 | 0,25 | 4 | 4 |
| 12 | 6Н | 6,3 | - | - | 1 | Свердління | 12 | - | - | - |
| | | | | | | Нарізання різьби | 6Н | - | - | - |
| 13 | 6Н* | 6,3 | - | - | 1 | Свердління | 12 | - | - | - |
| | | | | | | Нарізання різьби | 6Н | - | - | - |
| 14 | 7Н* | 6,3 | - | - | 1 | Свердління | 12 | - | - | - |
| | | | | | | Нарізання різьби | 6Н | - | - | - |
| 15 | 7Н* | 6,3 | - | - | 1 | Свердління | 12 | - | - | - |
| | | | | | | Нарізання різьби | 6Н | - | - | - |

Як видно із таблиці, для досягнення однієї і тієї ж кінцевої мети можливі кілька варіантів МОП. При цьому число переходів при обробці кожної поверхні у різних варіантах виявляється різним. Перевагу віддаємо тому МОП, який забезпечує менше число переходів.

Висновок: орієнтуючись на маршрут обробки деталі у цілому, для конкретних поверхонь приймемо маршрути, що зменшують номенклатуру різального інструменту та обладнання.

2.4 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будемо на підставі обралих етапів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схеми базування та призначення металорізальних верстатів (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Маршрут обробки корпусу (технологічний)

| № та назва операції | Устаткування | Зміст операції за переходами |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 Заготівельна | | Литво в кокіль. |
| 010 Термічна | | Штучне старіння |
| 015 Вертикально-фрезерна | Вертикально-фрезерний моделі 6540 | Встановити, закріпити, зняти деталь Фрезерувати площину, кап |
| 020 Агрегатно-свердлильна | Вертикальний 6 позиційний агрегатний верстак моделі 15284М | Встановити, закріпити, зняти деталь. Свердлити 4 отвори пов. 2. Свердлити 2 отвори технологічні. Зенкерувати фаски в 4-х отворах пов. 2. Розвернути 2 отвори технологічні. Нарізати різьбу в 4-х отворах пов. 2. |
| 030 Агрегатно-фрезерно-свердлильно-розточна | Агрегатно-фрезерно-свердлильно-розточний 2254ВМФ4 | Встановити, зняти деталь. Фрезерувати пов. 3,4 начорно. Фрезерувати пов. 5 начорно. Фрезерувати пов. 3,4 начисто. Фрезерувати пов. 5 начисто Розточити отвори пов. 6,7 начорно Свердлити 8 отворів на пов. 5. Розточити отвори пов. 6,7 начисто. Нарізати різьбу в 8-и отворах на пов. 5. Свердлити по 4 отвори на пов. 3,4. Нарізати різьбу в 8-и отворах на пов. 3,4. |

Продовження таблиці 2.4

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| | | <p>Розвернути на 90°.</p> <p>Фрезерувати пов. 8 начорно.</p> <p>Фрезерувати пов. 8 начисто.</p> <p>Центрувати отвір 17.</p> <p>Свердлити та розсвердлювати отвір пов. 14.</p> <p>Нарізати різьбу на пов. 14.</p> <p>Повернути деталь на 30°.</p> <p>Центрувати отвір під масловказівник.</p> <p>Свердлити отвір пов. 15.</p> <p>Нарізати різьбу в отворі пов. 15.</p> |
| <p>035</p> <p>Контрольна</p> | <p>Стіл ВТК</p> | <p>Контролювати різьби М10-7Н, М12-6Н, М33×1,5-7Н, М16-7Н.</p> |
| <p>040</p> <p>Горизонтально-фрезерна</p> | <p>Горизонтально-фрезерний моделі 6М83</p> | <p>Відрізати технологічні лапи.</p> |
| <p>045</p> <p>Слюсарна</p> | <p>Верстак слюсарний</p> | <p>1. Зачистити задирки.</p> <p>2. Притупити гострі кромки.</p> |
| <p>050</p> <p>Мийна</p> | <p>Машина для миття М2-А</p> | <p>Промити деталь та продукти стиснутим повітрям.</p> |
| <p>055</p> <p>Контрольна ВТК</p> | <p>Стіл ВТК</p> | <p>Контролювати якість виготовлення деталі.</p> |
| <p>060</p> <p>Фарбувальна</p> | <p>Розпилювач фарби Ф-5</p> | <p>Усі необроблені поверхні покрити грунтовкою Л-03Ж.</p> |

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 проведено для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це поверхня $\varnothing 130H7$ ($0^{+0.01}$) мм.

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

$$2z_{i \min} = 2 \cdot (Kz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.3)$$

де Kz_{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

$$z_{0 \max} - z_{0 \min} = \delta_{\text{заг.}} - \delta_{\text{дет.}} \quad (2.4)$$

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 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці $\varnothing 130H7 (+0,04)$ мм

| Назва переходів враховуючи заготовку | Елементи, мм | | | | Розрахунковий припуск z_{\min} , мкм | Розрахунковий розмір, d_p , мм | Допуск δ , мкм | Граничний розмір, мм | | Граничний припуск, мкм | |
|--------------------------------------|--------------|-----|--------|------------|--|----------------------------------|-----------------------|----------------------|------------|------------------------|-------------|
| | Rz | T | ρ | ϵ | | | | d_{\min} | d_{\max} | $2z_{\min}$ | $2z_{\max}$ |
| Заготовка | 200 | 300 | 1500 | - | - | 125,575 | 400 | 125,1 | 125,5 | - | - |
| Розточув.: чорнове | 40 | 50 | 90 | 300 | 4059 | 125,634 | 100 | 129,5 | 129,6 | 4100 | 4400 |
| чистове | 20 | 20 | 30 | 68 | 406 | 130,04 | 40 | 130 | 130,04 | 440 | 500 |
| | | | | | | | | Σ | | 4540 | 4900 |

На рисунку 2.1 наведено розташування припусків та допусків при обробці $\varnothing 130H7 (+0,04)$ мм.

Рисунок 2.1 – Графічне розташування припусків та допусків на розмір $\varnothing 130H7 (+0,04)$ мм

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$2 \cdot z_{\max} - 2 \cdot z_{\min} = \delta_z - \delta_{Дz} \quad (2.5)$$

$$4900 - 4540 = 400 - 40 = 360.$$

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідниками. Отримані результати заносимо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Припуски та допуски на поверхні корпусу

| № поверхні | Технологічний перехід | Припуск, мм |
|------------|-------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Фрезерування одноразове | 0,65 |
| 2 | Свердління | 5,1 |
| 3 | Фрезерування чорнове | 0,65 |
| | Фрезерування чистове | 0,18 |
| 4 | Фрезерування чорнове | 0,65 |
| | Фрезерування чистове | 0,18 |
| 5 | Фрезерування одноразове | 0,65 |
| 6 | Розточування чорнове | 4,059 |
| | Розточування чистове | 0,406 |
| 7 | Розточування чорнове | 4,059 |
| | Розточування чистове | 0,406 |
| 8 | Фрезерування чорнове | 0,65 |
| | Фрезерування чистове | 0,18 |
| 9 | Фрезерування чорнове | 0,65 |
| | Фрезерування чистове | 0,18 |
| 10 | Розточування чорнове | 3,5 |

Продовження таблиці 2.6

| 1 | 2 | 3 |
|----|----------------------|-------|
| 11 | Розточування чорнове | 3,5 |
| 12 | Свердління | 5,1 |
| 13 | Свердління | 4,15 |
| 14 | Свердління | 15,72 |
| 15 | Свердління | 6,95 |

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

На даному етапі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено пристосування для закріплення корпусу на операції 030 (агрегатно-фрезерно-свердлильно-розточна) механічної обробки (рисунок 3.1) [3, 11, 14, 25, 26, 41].

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне для обробки корпусу

Пристосування закріплюється на поворотному столі і попередньо вивіряється так, щоб центр корпусу, який встановлюється, співпадав з центром обертання стола. Воно складається з: 1 – штовхач; 2 – пневмоциліндр; 5 – корпус; 6, 7, 8 – кришка; 9 – вал; 10-13 – втулка дистанційна; 14 – ексцентрик; 15 – кільце; 16 – шайба; 17 – пружина; 18, 19 – стакан; 20 – штовхач; 21 – прихват; 22 – шайба; 23 – важіль; 24 – шток; 25 – корпус компресора; 26, 27 – опора; 28 – шпонка; 29, 30 – опора; 35, 36 – болт; 37 – гвинт; 38 – гайка; 39-42 – гвинт; 43 – ролик; 44-46 – пружина; 47, 48 – шпонка; 49 підшипник.

Точна орієнтація корпусу в пристрої забезпечується спеціальним механізмом, який складається із автоматичного штовхача та клину, розташованого на боковій поверхні корпусу. Оптимальне значення кута клина $\alpha = 30^\circ$ забезпечує гарантоване досилання до опорних точок направляючої та опорної баз.

При подачі корпусу в пристрій затискні прихвати 21 вільно входять у бокові пази корпусу. Сила затиску прихватів утворюється набором тарілчастих пружин 46. Керування силою затиску забезпечується за допомогою ексцентриків 14. Ексцентрики встановлені на валу 9, а той в свою чергу повертається на потрібний кут під дією гвинтових пружин 17. У пристрої є два вала 9, кожний з яких розташовується під відповідною парою прихватів. Для розкриття корпусу вал повертається за допомогою двох електромеханічних головок. Поступовий рух шпинделя головки передається через штовхач 20 на важіль 23, у результаті повертається вал 9. При повертанні вала ексцентрики 14 затискають пакети тарілчастих пружин 46, цим самим піднімаючи прихвати на 1,5...2 мм.

Переміщення штовхача 1, який забезпечує досилання корпусу в координатний кут, здійснюється за допомогою електромеханічної головки. Три електромеханічні головки виконують роль силових механізмів пристрою і розташовуються за межами поворотного столу. Точність автоматичної установки корпусу в пристрої по лінійним параметрам складає 0,1...0,15 мм, а по кутовим – в межах до 0,2/360 град.

3.2 Визначення зусилля затискання

Розрахуємо силу затиску заготовки при обробці на агрегатно-фрезерно-свердлильно-розточній операції, при чорновому фрезеруванні площини фланця $\varnothing 130$ мм.

Сила різання при фрезеруванні [9]:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^{x_p} \cdot s_p^{y_p} \cdot B^{u_p} \cdot z \cdot K_p}{D^{q_p} \cdot n^{w_p}}, \quad (3.1)$$

де z – число зубців фрези;

n – число обертів фрези за хвилину;

K_p – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання, залежить лише від якості оброблюваного матеріалу, яка виражається коефіцієнтом $K_{\text{шт}}$, значення $K_{\text{шт}}$ беремо за [9] – $K_{\text{шт}}=1,5$.

Значення C_p та інших коефіцієнтів за [9] становлять відповідно:

$$C_p=825; \quad x_p=1; \quad y_p=0,75; \quad u_p=1,1; \quad v_p=0,2; \quad q_p=1,3.$$

$$P_z=10 \cdot 825 \cdot 0,65 \cdot 1,92^{0,75} \cdot 130^{1,1} \cdot 12 \cdot 1,5 / 200^{1,3} \cdot 280^{0,2} = 10986,59 \text{ (Н)}.$$

Значення коефіцієнтів в формулі P_z були визначені для сталі, тобто для визначення сили різання для алюмінієвого сплаву треба зримане значення P_z помножити на 0,25.

Отримуємо, що сила різання при фрезеруванні складає 2747 Н.

Визначимо потрібну силу затискання (рисунк 5.2) з нерівності [3, 14, 26, 41]:

$$P_z \leq K_1 \cdot 4F \cdot (f_1 + f_2), \quad (3.2)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує напрямок сили затиску P та сили різання P_z ,

$$K_1=2,5;$$

f_1 – коефіцієнт тертя деталі з встановлювальними елементами, $f_1=0,1$;

f_2 – коефіцієнт тертя деталі з затискними елементами, $f_2=0,15$;

$$P=2747/[2,5 \cdot 4(0,1+0,15)];$$

$$P=1099 \text{ Н.}$$

Рисунок 3.2 – Схема розгалування сил закріплення та різання

Визначимо потрібну силу затискування із рівняння крутного моменту (рисунок 3.3):

$$M_0 = P_z \cdot 160 - 4P(f_1 + f_2) \cdot 120 \cdot K_1 = 0, \quad (3.3)$$

$$P = 160P_z / 4(f_1 + f_2) \cdot 120 \cdot K_1; \quad (3.4)$$

$$P = 160 \cdot 2747 / 4(0,1 + 0,15) \cdot 120 \cdot 2,5;$$

$$P = 1465 \text{ Н.}$$

Рисунок 3.3 – Схема для розрахунку сили затискання із рівняння моментів

Отже, необхідна сила затискання 1465 Н.

3.3 Розрахунок на міцність слабкої ланки

Слабкими є ланки, що найбільш навантажені силами від силового приводу. У нашому випадку такими ланками є притискачі (рисунок 3.4). Їх міцність розраховується за максимальними напруженнями, виникаючими у небезпечних перерізах.

Рисунок 3.4 – Схема для розрахунку на міцність слабких ланок

Визначимо напруження, що виникне на притискачі під час затискання.

$$\sigma = K \cdot M_{\max} / W, \quad (3.5)$$

де M_{\max} – крутний момент, який виникає під дією сили затиску;

W – момент опору прямокутної пластини;

K – коефіцієнт запасу, $K=2$.

Момент опору становить:

$$W = bh^2/6, \quad (3.6)$$

де b – ширина пластини, $b=32$ мм;

h – висота пластини, $h=15$ мм.

$$W = 32 \cdot 15^2 / 6 = 1125 \text{ (мм}^3\text{)}.$$

$$M_{\max} = 2747 \cdot 86 = 236242 \text{ (Н} \cdot \text{мм)}.$$

$$\sigma = 2 \cdot 236242 / 1125 = 420 \text{ (МПа)}.$$

Притискачі рationally виготовляти із Ст3, що має межу міцності 400...490 МПа. Це цілком задовольняє умови експлуатації пристосування.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Одну і ту ж деталь можливо виготовити із заготовок, що отримані різними способами. Одним із основних принципів вибору заготовки є спосіб, що забезпечить максимальне наближення форми заготовки до форми готової деталі. У цьому випадку значно зменшуються витрати металу, скорочується механічна обробка та виробничий цикл [8, 31, 49]. Але при цьому у виробництві можуть збільшитись витрати на технологічне обладнання і оснастку, їх ремонт та обслуговування. Тому слід проводити техніко-економічний аналіз заготівельного і оброблювального виробництва. Із декількох можливих варіантів технологічних процесів при рівних умовах вибирають найбільш економічний, а при однаковій економічності – найбільш продуктивний.

Литво у кокіль доцільно застосовувати в умовах серійного виробництва при отриманні з кожної форми не менше ніж 300...500 відливок.

Заміна литва у піщані форми на литво в кокіль при достатній програмі випуску знижує собівартість відливок приблизно на 30% і підвищує продуктивність праці у 4...6 разів. Витрати на організацію дільниці литва в кокіль при цьому окупаються за 2...3 місяці.

Розглянемо два методи литва.

Вартість литої заготовки у піщані форми визначимо за формулою [7]:

$$S_{заг}^n = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{заг} \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_e \cdot K_c \cdot K_{\text{н}} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{сідх}}}{1000}, \quad (4.1)$$

де C_i – вартість однієї тони відливок з алюмінієвого сплаву;

$Q_{заг}$ – маса заготовки;

K_m, K_n, K_e, K_c, K_M – коефіцієнти точності, програми випуску, маси виливка, групи складності, матеріалу відповідно.

Вартість заготовки, отриманої литвом у кокіль, визначається за формулою [7]:

$$S_{заг}^{sk} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{заг} \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_e \cdot K_c \cdot K_M \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}. \quad (4.2)$$

Використовуючи джерело [1] маємо наступні значення:

$$S_{заг}^n = \left(\frac{125000}{1000} \cdot 8,5 \cdot 1,64 \cdot 1,14 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \right) - (8,5 - 5,2) \frac{25000}{1000} = 2440 \text{ (грн.)};$$

$$S_{заг}^{sk} = \left(\frac{125000}{1000} \cdot 7,75 \cdot 1,51 \cdot 1,24 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1,04 \right) - (7,75 - 5,2) \frac{25000}{1000} = 1464 \text{ (грн.)}.$$

В результаті розрахунків видно, що в умовах середньосерійного виробництва доцільніше використовувати литво в кокіль.

Економічний ефект в цьому випадку буде становити для корпусу:

$$E = (2440 - 1464) \cdot 640 = 624640 \text{ грн.}$$

Отже, для виготовлення заготовки корпусу нагнітача обираємо литво в кокіль.

4.2 Розрахунок системи загального освітлення

Проведемо інженерний розрахунок загального освітлення цеху лампами ДРЛ-250 методом коефіцієнту використання з урахуванням літературних джерел [4, 10, 12, 18-21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50].

Даний розрахунок має на меті визначення кількості світильників, забезпечуючих необхідне значення освітленості. Розраховуємо загальне рівномірне освітлення приміщення $72 \times 36 \times 10$ м із освітленістю 200 лк. Коефіцієнти відбиття: підлога – 50%, стін – 30%, стелі – 10%.

Обираємо характеристику лампи ДРЛ250. Це ртутна лампа високого тиску із світловим потоком $\Phi_{\text{ДРЛ}}=24000$ лм та середньою тривалістю горіння 10000 годин, потужністю 250 Вт, напругою на лампі 130 В. Визначимо індекс приміщення:

$$i = \frac{b \cdot l}{h(b+l)}, \quad (4.3)$$

де b – ширина приміщення, $b=72$ м;

l – довжина приміщення, $l=36$ м;

h – висота підвісу світильників над робочою поверхнею:

$$h = h_{\text{пр}} - h_{\text{рп}} - h_{\text{с}}, \quad (4.4)$$

де $h_{\text{пр}}$ – висота приміщення, $h_{\text{пр}}=10$ м

$h_{\text{рп}}$ – висота робочої поверхні, $h_{\text{рп}}=0,8$ м;

$h_{\text{с}}$ – відстань від світильників до стелі, $h_{\text{с}}=2,1$ м.

$$h = 10 - 0,8 - 2,1 = 7,1 \text{ (м)}.$$

$$i = 72 \cdot 36 / 7,1(72 + 36) = 3,38.$$

За отриманим значенням індексу приміщення вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку η . Приймаємо $\eta=57\%$.

Світловий потік:

$$\Phi = \frac{E \cdot S_n \cdot z \cdot K_z}{\eta}, \quad (4.5)$$

де S_n – площа освітлювального приміщення, m^2

$$S_n = b \cdot l = 72 \cdot 36 = 2600 (m^2), \quad (4.6)$$

K_3 – коефіцієнт запасу для світильників. Приймаємо $K_3 = 1,5$;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості, рівний відношенню середньої освітленості горизонтальної робочої поверхні E_{cp} до її мінімальної освітленості E :

$$Z = \frac{E_{cp}}{E} = 1,1 \dots 1,3. \quad (4.7)$$

Приймаємо $Z = 1,2$.

$$\Phi_n = 400 \cdot 2600 \cdot 1,2 \cdot 1,5 / 0,75 = 2496000 (\text{лм}).$$

Визначимо необхідну кількість ламп:

$$n = 2496000 / 24000 = 104 (\text{шт.})$$

У механічній дільниці світильники розташовуємо паралельно проходу.

4.3 Екологічна безпека: напрямки, важливість, необхідність дотримання

Під екологічною безпекою розуміють ситуацію, за якої у навколишньому середовищі нормалізується екологічний баланс. Окрім цього, екологічна безпека є процесом забезпечення якості життя, діяльності, захищеності особи на певній території.

Поширеним є визначення екологічної безпеки, яке формулює останню як практику, політику, процедури, що забезпечують безпеку та добробут усіх, хто знаходиться на конкретній території. Це може містити безпеку із точки зору

належної утилізації відходів, локалізації, зберігання потенційно ядовитих хімікатів тощо.

Існує 3 основні напрямки екологічної безпеки, а саме охорона праці; екологічний контроль; хімічна безпека.

Кожен із цих напрямків являє собою окрему дисципліну, коли мова йде про екологічну безпеку. Але це області на які у першу чергу орієнтована екологічна безпека.

Охорона праці спрямована на забезпечення екологічної безпеки на робочому місці. Це зменшує ризики для співробітників на будь-якому робочому місці. На більшості робочих місць наявні небезпечні хімічні речовини, гази, пари, відходи та інші потенційні загрози здоров'ю та безпеці робочих.

Екологічний контроль пов'язаний із запобіганням забруднення та інших загроз навколишнього середовища та усім, на кого це може вплинути. Наприклад, запобігання викиду хімічних речовин до місцевої екологічної системи чи забезпечення належного керування відходами.

Хімічна безпека торкається безпечного зберігання, використання, утилізації різноманітних хімікатів.

Кожен із цих напрямків регулюється законами на державному та місцевому рівнях. Дотримання нормативних вимог має життєво важливе значення для більшості підприємств.

Екологічна безпека вимагає від підприємств витрат на дотримання нормативних вимог, недотримання яких призведе до нормативних наслідків та халатності, відповідальності за цивільними позовами, а також потенційних моральних ризиків. Деякі із найбільш сурових техногенних катастроф були викликані неадекватними заходами екологічної безпеки. Судові позови постійно надходять від травмованих робітників або мешканцями поблизу промислових підприємств та регулюючими органами, коли компанії не дотримуються належної екологічної безпеки.

Підприємства та організації не тільки мають юридичне зобов'язання дотримуватися правил екологічної безпеки, вони також зацікавлені у тому, щоб уникнути відповідальності, моральних зобов'язань.

Екологічна безпека вимагає постійного дотримання вимог для гарантування безпеки робітників та усіх, хто мешкає на прилеглій території. Дотримання екологічної безпеки є нескладним процесом, тому що для цього необхідно дотримуватися певних практик та процедур. Після їх запровадження дотримання стає постійною справою, аналогічно до інших нормативних актів чи сучасних галузевих практик. Від цього з'являється практичний результат, що полягає у створенні більш чистого та безпечного робочого місця, сприятливого робочому мікрокліматі, а також позитивних взаємовідносинах із контролюючими та регулюючими органами.

Критерії екологічної безпеки прийнятні як для природної (біоценозна стійкість), так і для штучної (рівень здоров'я населення та якість життя) екологічних систем.

До компонентів системної структури екологічної безпеки входять: екомоніторинг; екологічне оцінювання території; прийняття рішень з упередження врегулювання, розвитку екологічних видів діяльності. Останні можуть бути промислові, господарчі, будівельні тощо.

Екологічна безпека забезпечується напрацюваннями, до яких відносять контроль навколишнього середовища; прогноз та моделювання; методика керування якістю довкілля; різноманітними комплексними методами.

Отже, екологічна безпека посідає одне із найважливіших місць у людській діяльності, тому що покликана охороняти природні ресурси, права особистості, а також матеріальні та духовні потреби людини і розвиток є нашим спільним завданням.

ВИСНОВКИ

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

1 Визначено службове призначення повітряного нагнітача, що широко застосовується на підприємствах сільськогосподарського виробництва, на транспорті. Наведено його технічну характеристику, складові частини. Проведено аналіз точності корпусу. Охарактеризовано 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 отвору корпусу $\varnothing 130H7^{+0.014}$ мм розрахунково-аналітичним методом. На інші поверхні корпусу припуски визначено довідниковим способом.

3 Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки деталі, винесеної на розробку. Здійснено розрахунки зусилля різання, затиску, а також слабкої ланки пристосування у вигляді прихватів на міцність.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки золотника автоматичного затвору. Річний економічний ефект для програми випуску 640 шт. склав 624640 грн. Крім того, здійснено інженерний розрахунок освітлення за коефіцієнтом використання. Визначено поняття екологічної безпеки.

5 У графічній частині наведено складальний кресленик повітряного нагнітача, робочий кресленик корпусу, кресленик заготовки корпусу, складальний кресленик затискного пристосування для виконання операції механічної обробки деталі.