

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 циліндра
клапану мінімального тиску компресорної установки»

КРБ.133ГМбд_21[1].06.00.00.000 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]
ЗАКРЕВСЬКИЙ Антон

Керівник: докт. техн. наук, професор
КОВБАСА Володимир

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Як відомо, ВВП-5/7 – це компактний і недорогий пересувний гвинтовий компресор із дизельним приводом. Він призначений для довготривалої експлуатації у безупинному режимі. Основне його призначення полягає у виробленні стиснутого повітря та його транспортування до кінцевого споживача (механізми, інструменти тощо), а також технологічних потреб на об'єктах агропромислового комплексу.

Саме тому розробка та удосконалення деталей та вузлів гвинтових компресорів є важливою науково-технічною задачею [32].

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, є складовою частиною клапану мінімального тиску, що входить до складу гвинтової компресорної установки.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є клапан мінімального тиску, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення циліндра.

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

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційний матеріал, що застосовуються для виготовлення деталі, а також визначити тип виробництва на підставі річної програми запуску виробу;
- здійснити відпрацювання на технологічність вузла та деталі, запропонувати маршрут обробки поверхонь деталі, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналітичним та табличним методами;
- сконструювати затискне пристосування для реалізації процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок;
- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки циліндра, а також запропонувати технічні та організаційні заходи із охорони праці, приділити увагу екологічним проблемам та шляхам їх вирішення;

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

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Клапан мінімального тиску (рисунок 1.1), винесений на розгляд у даній роботі, є одним з вузлів гвинтової компресорної установки ВВП-5/7. Він встановлений на кришці масловідділювача. Призначений для підтримки у ньому надлишкового тиску мінімум $0,35 \pm 0,05$ МПа незалежно від тиску в мережі. Вказаний тиск необхідний для забезпечення стійкої циркуляції мастила.

Рисунок 1.1 – Клапан мінімального тиску

Основні технічні дані вузла занесені до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні технічні дані клапану низького тиску

Назва параметра	Величина
Робочий тиск, МПа	0,35
Габаритні розміри, мм	218×140×105
Маса, кг	5,32

Клапан мінімального тиску складається із циліндру 1, корпусу 2, поршня 3, пружин 4, 5, шайб 6, 7, 10, штовхача 8, кришки 9, а також низки стандартних виробів (див. специфікацію). Після пуску установки тиск стиснутого повітря у мережі нижче тиску налаштування клапану мінімального тиску, поршень притиснутий до сидла корпусу пружиною. Внаслідок невеликого об'єму маслорозподільника, тиск перед клапаном встановлюється $0,35 \pm 0,05$ МПа. За мінімально можливий проміжок часу відновлюється циркуляція масла, при цьому виключається перегрів і заклинення компресора. Коли сила тиску повітря, яка діє на поршень, перевищує зусилля пружини клапан відкривається і стиснуте повітря поступає до мережі.

Деталлю, що виносяться на розгляд у робочому циліндрі (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Циліндр

Виріб відноситься до класу «порожнесті циліндри». Виготовлений зі сплаву АК5М7 за ДСТУ 2839-94.

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталі заповнюємо таблицю 1.2 (рисунок 1.2), у якій наведені дані про точність виготовлення та якість обробки [3, 9, 11, 13, 18, 21, 25, 29, 40, 47, 48].

Таблиця 1.2 – Аналіз точності деталі «Циліндр»

Тип поверхні	Розмір і допуск	Квалітет	Відхилення		Шорсткість Ra, мкм
			Форми	Положення	
1	2	3	4	5	6

Виконавши аналіз параметрів точності деталі робимо висновок про те, що шорсткість поверхонь відповідає вимогам точності. Найнижча шорсткість становить Ra=1,6 мкм. Деталь легко виготовляється в умовах машинобудівного виробництва.

1.3 Характеристика матеріалу деталей, замінник

Для виготовлення циліндру застосовується сплав АК5М7 ДСТУ 2839-94 [24, 37].

Алюмінієві сплави мають невелику щільність (2700 кг/м^3), високу теплопровідність, малий електричний опір й у ряді випадків високу пластичність. Зазначені властивості сприяють широкому застосуванню алюмінієвих сплавів як конструкційного матеріалу.

Ливарні алюмінієві сплави – це технологічні матеріали. Їх розплави мають добру рідиноплинність. З них можливо виготовляти відливки складної конфігурації. Оброблюваність і режими обробки сплавів суттєво залежать від мікроструктури.

Сплав АК5М7 відноситься до 2 групи сплавів (Al-Si-Cu). Має задовільні ливарні властивості, оброблюваність різанням задовільна, використовується для виготовлення поршнів та головок циліндрів, що працюють при підвищених температурах. У якості замінника пропонуємо сплав АЛ3. Він має добрі ливарні властивості, оброблюваність різанням на належному рівні, але корозійна стійкість задовільна. Хімічний склад та механічні властивості цих сплавів наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад та властивості матеріалу деталі

Алюмінієвий сплав	σ_b , МПа	НВ	Масова частка хімічних елементів, %					
			Mg	Si	Cu	Mn	Fe	Al
АК5М7	160	80	0,2-0,5	4,5-6,5	6,8-8,0	-	-	зал.
АЛ3	170	70	0,35-0,6	4,5-5,5	1,5-3,0	0,6-0,8	1,2	зал.

1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попит ринку в деталях клапану (циліндр) у кількості 610 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою:

$$N_{zan} = (N_{vun} + N_{zc}) \cdot (1 + k_{\bar{op}}), \quad (1.1)$$

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

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

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

Приймаємо рівним 4,5% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{zan} = (610 + 0,04 \cdot 610) \cdot (1 + 0,025) = 650 \text{ (шт.)}.$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей вузла не перевищує 20 кг, тому за [34] визначаємо тип виробництва – середньосерійне.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

При аналізі вузла на технологічність необхідно перевірити його за рядом факторів, що відповідають технологічності виробу. Якщо вузол за якими-небудь параметрами не відповідає вимогам технологічності, то необхідно (за можливістю) прийняти міри стосовно поліпшення конструкції [23]. Нижче перераховані основні вимоги до технологічності.

1. При складанні вузла і встановленні його на машину, роботи пригонки відсутні. Це досягається правильним вибором конфігурації деталей, доцільним їх розташуванням, застосуванням прокладок, які компенсують похибку при встановленні.

2. Вузол має у своєму складі стандартні та уніфіковані деталі, що значно спрощує його виготовлення. Наглядно це можна представити у вигляді коефіцієнтів стандартизації та уніфікації:

$$C_m = \frac{N_{cm}}{n}, \quad (2.1)$$

де n – загальна кількість деталей,

N_{cm} – кількість стандартних деталей.

$$C_m = \frac{12}{22} = 0,55;$$

$$U = \frac{N_{yn}}{n},$$

де n – загальна кількість деталей;

N_{yn} – кількість уніфікованих деталей.

$$Y = \frac{8}{22} = 0,36.$$

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.

4. Дана складальна одиниця піддається в умовах експлуатації періодичним розбиранням при ремонті. Вузол технологічний з точки зору процесу розбирання завдяки простому прикріпленню одної деталі до іншої, наявності різьбового з'єднання і складових частин.

5. У конструкції вузла передбачені елементи, що забезпечують задану точність розташування її складових частин. Фаски та радіуси заокруглень, виконані на поверхнях складальних одиниць забезпечують гарне центрування при складанні та спрощують його.

На основі цих факторів можна зробити висновок, що вузол є технологічним. Це приводить до спрощення та зменшення трудомісткості складання, дозволяє не тільки знизити вартість виробів, але й одночасно підвищити їх якість.

Результати аналізу на технологічність деталі наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз на технологічність деталі

№ з/п	Назва деталі	Показники вимог до технологічності	Висновки по показниках технологічності	Заходи з поліпшення
1	2	3	4	5
1	Циліндр	Наявність зручних баз, що забезпечують необхідну орієнтацію та надійне закріплення заготовки.	Деталь має зручні технологічні бази.	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
2	Циліндр	Чи необхідні додаткові ребра жорсткості?	Ні, технологічно.	-
3		Наявність глухих отворів	Ні, технологічно	-
4		Наявність отворів глибиною більше 8d?	Ні, технологічно	-
5		Чи можлива багато шпіндельна та багатоінструментальна обробка?	Так, технологічно	-
6		Чи є скоси або пази під кутами, відмінним від 45°?	Ні, технологічно	-
7		Чи наявні отвори, не перпендикулярні поверхні?	Ні, технологічно	-
8		Чи є в конструкції деталі різьби, менші М6?	Ні, технологічно	-
9		Чи від однієї бази проставлені розміри?	Ні, нетехнологічно	Необхідний перерахунок розмірів за методом обробки

Розглянувши таблицю, можна зробити висновки, що конструкція деталі є технологічною для умов середньосерійного виробництва. Забезпечуються основні експлуатаційні вимоги.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення

При аналізі діючого технологічного процесу ми зробили висновок про те, що він розроблений достатньо вірно і до нього важко зробити які-небудь особливі зауваження чи доповнення. Але достатньо суттєвий недолік полягає у тому, що даний технологічний процес написаний під обладнання, яке вже було на підприємстві, а це значить, що можливо значно поліпшити його підібравши більш ефективні, сучасні металообробні верстати.

2.3 Методи обробки поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю та іншими критеріями [3, 6, 9, 11, 13, 18, 21]. Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_D} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \cdot \frac{T_{i-1}}{T_i} \dots \frac{T_{n-1}}{T_D} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n = \prod_i^n \varepsilon_i, \quad (2.3)$$

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 чорнової 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:

$$n_p = \lg(\varepsilon) / 0,46. \quad (2.4)$$

Можливі методи обробки поверхонь деталі подано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Методи обробки деталі

[illegible]

[illegible]

Маршрут обробки деталі будуємо на підставі обраних методів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схеми базування та призначених металорізальних верстатів.

Маршрут обробки деталі будуюмо на підставі обраних методів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схеми базування та призначених металорізальних верстатів.

Маршрут обробки деталі будуюмо на підставі обраних методів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схеми базування та призначених металорізальних верстатів.

Технологічний маршрут обробки деталей наводимо у вигляді послідовності обробки зі стислим змістом операцій. Наприклад, після проведеного аналізу маємо такий маршрут обробки (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки деталі

Номер і назва операції	Найменування і модель верстата	Зміст переходів
1	2	3

Продовження таблиці 2.3

1	2	3

2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [29, 40, 48]. Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це розмір $\varnothing 45H7(+0,025)$ мм.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхонь 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 $\varnothing 45H7^{(+0,025)}$ мм

Технол. перехід	Елемент припуску, мкм				Розр. прип. $2Z_{\min}$ мкм	Розр. розмір, d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Усього										1825	1230

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$2 \cdot z_{\max} - 2 \cdot z_{\min} = \delta_3 - \delta_d \quad (2.7)$$

$$1825 - 1230 = 620 - 25;$$

$$595 = 595.$$

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідниковими таблицями (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 Припуски на поверхні деталі

№ пов.	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск $Z_{\min}$, мм	Квалітет	Технолог. допуск, мкм
1	Поверх. $\varnothing 60f7$	Точіння чорнове	1,5	12	300
		Точіння напівчистове	0,35	9	100
		Точіння чистове	0,15	7	30
2	Поверх. $\varnothing 55$	Точіння чорнове	3,5	12	300
		Точіння напівчистове	1	12	100

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Для операції механічної обробки деталі циліндра клапану мінімального тиску розробляємо конструкцію затискного пристосування, керуючись рекомендаціями [12, 36, 38, 39]. Складальне креслення пристосування представлено у графічній частині роботи та на рисунку 3.1.

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне для механічної обробки циліндра

Використовується для операції 025 обробки циліндра на багатоцільовому верстаті моделі 6P11Ф3.

Пристосовування складається із наступних елементів: 1 – кришка нижня; 2 – кришка верхня; 3 – циліндр; 4 – поршень; 5 – шток; 6 – пружина; 7 – штуцер; стандартних виробів (8, 10 – гвинт; 9 – гайка, 11, 15 – шайба; 12-14 – кільце ущільнююче; 16 – шпонка).

Дана деталь буде встановлюватися підготовленим вже на 010 операції отвором $\varnothing 60H7$ на циліндричну поверхню пристосування. Затиск деталі відбуватиметься за рахунок розтискання циліндричної поверхні.

3.2 Розрахунок зусиль затиску

У даному розділі, враховуючи те, що в затискному пристосуванні застосовується пневматичний затиск заготовки, необхідно визначити необхідну силу затиску заготовки, а також її відповідність при тиску повітря у повітряній системі цеху.

Складемо схему діючих сил і визначимо з неї силу, яка необхідна для затиску W , використовуючи положення [12, 36, 38, 39].

Аналізуючи дане закріплення помічаємо, що дана деталь під дією сили різання буде провертатися відносно своєї осі. Тому, для закріплення необхідно забезпечити затискання деталі з середини, але таким чином, щоб не пошкодити циліндричну поверхню.

Складаємо розрахункову схему з зображенням заготовки у кількості проєкцій, достатній для зображення векторів усіх діючих на заготовку сил, до яких відносяться: сили різання, сили затискання заготовки та моменти від цих сил (рисунок 3.2).

Рисунок 3.2 – Розрахункова схема дії сил на заготовку

Для визначення сили різання P_z при фрезеруванні:

1) Розраховуємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_g \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V, \quad (3.1)$$

де S, t – подача і глибина різання відповідно;

D – діаметр фрези, 6 мм;

C_g – коефіцієнт, 445;

m, x, y, q, p, u – показники ступеня.

За таблицею довідника: $m = 0,32$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $q=0,2$; $p=0$; $u=0,2$.

Z – число зубців фрези, $Z = 4$;

T – необхідний період стійкості інструмента.

Для фрези: $T = 180$ хв.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_m \cdot K_u \cdot K_n, \quad (3.2)$$

де: $K_m=0,93$ – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

$K_u=1,0$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструмента;

$K_n=0,8$ – коефіцієнт, що стан поверхні заготовки;

Тоді

$$K_v = 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,74.$$

Підрахуємо швидкість різання:

$$V = \frac{208 \times 6^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,1^{0,35} \cdot 6^{0,2} \cdot 0,74} = 51,1 \text{ (м/хв)}.$$

2) Підрахуємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (3.3)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 51,1}{3,14 \cdot 6} = 2700 \text{ (хв}^{-1}\text{)}.$$

3) Розрахуємо силу різання при фрезеруванні за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}; \quad (3.4)$$

де $C_p = 54,5$ - коефіцієнт;

u, x, y, q, w - показники ступеня.

За таблицею довідника: $w = 0$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $q = 1$; $u = 1$,
 $K_{mp} = 0,95$.

Підрахуємо силу різання різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 6^{0,9} \cdot 0,1^{0,74} \cdot 6^1 \cdot 4}{6^1 \cdot 2700^0} \cdot 0,95 = 1864 \text{ (Н)}.$$

Із відношення сил $P_h : P_z = 1,2$ знаходимо, що

$$P_h = 1,2 \cdot 1864 = 2236,8 \text{ (Н)}.$$

Таким чином, використовуючи схему дії сил складаємо рівняння для знаходження необхідної сили затиску деталі Q , з умови $\sum M = 0$:

$$P_h \cdot l_1 = F_{TP} \cdot l_2, \quad (3.5)$$

де: l_1 і l_2 - плечі дії сил, $l_1 = 15 \text{ мм}$; $l_2 = 22,5 \text{ мм}$.

F_{TP} - сила тертя, яка дорівнює:

$$F_{TP} = f \cdot F;$$

де: f - коефіцієнт тертя; $f = 0,15$;

F - сила з якою тисне цангова оправка на стінки отвору деталі; вона визначається за формулою:

$$F = Q \cdot \cos 10^\circ. \quad (3.7)$$

Таким чином, склавши рівняння знаходимо необхідну силу затиску деталі:

$$Q = \frac{P_h \cdot 3l_1}{f \cdot \cos 10^\circ \cdot l_2}. \quad (3.8)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$Q = \frac{5429 \cdot 15}{0,15 \cdot 0,98 \cdot 22,5} = 10167,2 \text{ (Н)}.$$

Отже сила затиску $Q = 10167,2 \text{ (Н)}$.

3.3 Розрахунок параметрів силового приводу

Розрахунок діаметрів циліндрів проводимо виходячи з формули:

$$Q_{шт} = P_d \frac{\pi D^2}{4} \cdot \eta - P_{пр}; \quad (3.9)$$

де $Q_{шт}$ - сила на штоці пневмоциліндру;

P_d - тиск повітря; $P_d = 0,8 \text{ МПа}$;

D - діаметр поршня;

d - діаметр штока; $d = 22 \text{ мм}$;

η - КПД пневмоциліндра; $\eta = 0,95$;

$P_{пр}$ - сила опору стисненої пружини;

$$P_{\text{ІП}} = P_0 + jS_0; \quad (3.10)$$

де P_0 - сила попереднього напруження пружини; $P_0 = 50 \text{ Н}$;

j - жорсткість пружини Н/мм ;

S_0 - хід поршня; $S_0 = 7 \text{ мм}$;

Вирішуючи формулу отримаємо:

$$D = \sqrt{\frac{(Q + P_0 + jS_0) \cdot 4}{\pi \cdot P_d \cdot \eta}}; \quad (3.11)$$

Підставивши значення одержимо:

$$D = \sqrt{\frac{(10167,2 + 50 + 20 \times 7) \cdot 4}{3,14 \cdot 8 \cdot 0,95}} = 41,6 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо стандартний діаметр $D = 50 \text{ мм}$.

3.4 Розрахунок слабкої ланки на міцність

Однією з найслабкіших ланок механізму затискного пристосування є різьба М16 на штоці 5. Проведемо її розрахунок на міцність. Умова міцності має наступний вид:

$$\sigma_p = \frac{Q}{A_p} \leq [\sigma]_p \quad (3.12)$$

де σ_p - діюче напруження розтягу, МПа ;

A_p - площа навантаженого перерізу, м^2 ;

$$A_p = \frac{3,14 \cdot (13,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 149,5 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{)}. \quad (3.13)$$

Отже,

$$\sigma_p = \frac{10167,2}{149,5 \cdot 10^{-6}} = 68 \text{ (МПа)}.$$

Оскільки діюче напруження становить 68 МПа, а допустиме 110 МПа, то можна зробити висновок, що шток із різьбою має достатню міцність.

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Проаналізуємо два найбільш прийнятних методи виготовлення заготовки деталі: литво у кокіль та литво в піщано-глинясті форми [1, 4, 5, 30, 34, 49].

Розрахуємо собівартість виготовлення заготовки деталі.

Маса заготовки, кг, що виготовлена литвом у піщано-глиняні форми:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{д}}}{k_i}, \quad (4.1)$$

де $Q_{\text{д}}$ – маса деталі, кг ($Q_{\text{д}} = 0,2$ кг);

k_i – коефіцієнт використання матеріалу ($k_i = 0,6$ – при литві у піщано-глиняні форми, $k_i = 0,7$ – при литві у кокіль).

$$Q_{\text{заг}} = \frac{0,2}{0,6} = 0,33 \text{ (кг)}.$$

При отриманні деталі литвом у кокіль, маса заготовки буде становити:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{д}}}{k_i} = \frac{0,2}{0,7} = 0,29 \text{ (кг)}.$$

Проведемо порівняння методів отримання заготовки за собівартістю виготовлення. Визначаємо вартість литої заготовки [5, 30, 49]:

$$C_{\text{в}} = 0,001 [C_{\text{бв}} \cdot Q_{\text{заг}} \cdot K_{\text{тв}} \cdot K_{\text{св}} \cdot K_{\text{мв}} \cdot K_{\text{пмв}} \cdot K_{\text{ст}} - (Q_{\text{заг}} - Q_{\text{дет}}) C_{\text{вх}}], \quad (4.2)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – маса заготовки;

$C_{\text{бв}}$ – базова вартість 1 т заготовок, $C_{\text{бв}}=90000$ грн. [1];

$C_{\text{вх}}$ – вартість 1 т відходів, $C_{\text{вх}}=37000$ грн. [1].

Коефіцієнти за [4, 34]:

а) залежно від точності: $K_{\text{ТВ}}=1,4; 1,2$;

б) залежно від маси виливка: $K_{\text{ПМВ}}=0,8$;

в) залежно від групи складності: $K_{\text{СВ}}=0,94$;

г) залежно від матеріалу: $K_{\text{МВ}}=1,06$;

д) залежно від відносного потоншення основних стінок: $K_{\text{СТ}}=1,0$.

Визначаємо собівартість при литві у піщано-глиняні форми:

$$C_{\text{в}} = 0,001(90000 \cdot 0,33 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,94 \cdot 1,06 \cdot 1 - (0,33 - 0,2) \cdot 37000) = 28,3 \text{ (грн.)}.$$

Визначаємо собівартість при литві в кокіль:

$$C_{\text{в}} = 0,001(90000 \cdot 0,29 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,94 \cdot 1,06 \cdot 1 - (0,29 - 0,2) \cdot 37000) = 21,6 \text{ (грн.)}.$$

Таким чином, порівнюючи отримані значення ціни виливка, видно, що з економічної сторони, нам вигідно застосовувати литво у кокіль. Економічний ефект у цьому випадку буде становити:

$$E = (28,3 - 21,6) \cdot 610 = 4087 \text{ грн.)}.$$

Остаточню приймаємо спосіб виготовлення виливка деталі – литво в кокіль.

4.2 Розрахунок вентиляції виробничого приміщення

Робота токарних, фрезерних, свердлильних, шліфувальних та інших верстатів супроводжується викидами пилу та парів емульсії. Видалення пилу відбувається місцевими відсмоктувачами. Верстати, що стоять окремо, при періодичній роботі, обладнуються індивідуальними пиловідбірними агрегатами. При груповому розташуванні верстатів очищення повітря від пилу перед викидом в атмосферу, повинне бути централізованим.

Механічну приточну вентиляцію разом з місцевими відсмоктувачами встановлюють в цехах де використовують емульсію, а також у випадках, коли об'єм приміщення, котрий припадає на одного робітника, менший ніж 40 м³. Якщо кратність повітрообміну не перевищує 1, допускається неорганізований притік повітря у холодний період року. Якщо об'єм приміщення на одного робітника менше 20 м³, необхідно забезпечити повітрообмін 30 м³/г, при об'ємі 20-40м³ – не менше 20 м³/г [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Розрахуємо необхідну кількість повітря, котре потрібно подати для забезпечення необхідних параметрів для виробничого приміщення.

Необхідний об'єм повітря, котрий потрібно подати до приміщення розраховується по формулі:

$$G_{\Gamma} = G_{P.3} + \frac{1,2z - G_{P.3}(Z_{P.3} - Z_{ПР})}{Z_{ПР}} \quad (4.3)$$

де $G_{P.3}$ – кількість повітря, котра видаляється місцевими відсмоктувачами. Враховуючи кількість обладнання у відділенні $n = 3$ верстати, встановлюємо всмоктувальну установку типу циклон «ЦН-11». За його технічними характеристиками $G_{P.3} = 500$ м³/год;

z – кількість шкідливих речовин, що потрапляють до повітря, $z = 5000$ мг/м³;

$Z_{ПР}$ – допустима концентрація шкідливих речовин у приточному повітрі,

$$z_{П.Р} = 0,5 \text{ мг/м}^3;$$

$z_{Р.З}$ – допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони,
 $z_{Р.З} = 6 \text{ мг/м}^3$;

Підставивши значення до формули (4.3) отримаємо:

$$G_{\Gamma} = 1000 + \frac{1,2 \cdot 5000 - 1000(6 - 0,5)}{0,5} = 2000 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Отже, вентиляція у даному приміщенні буде забезпечена за наявності 4 циклонів.

4.3 Екологічні проблеми та шляхи їх вирішення

Екологічні проблеми сучасності за своїми масштабами умовно можливо розділити на локальні, регіональні та глобальні. Вони вимагають для свого вирішення неоднакових засобів та різні за характером наукові розробки.

Прикладом локальної екологічної проблеми є завод, що скидає без очищення у річку шкідливі промислові стоки. Органи захисту природи або суспільство повинні оштрафувати такий завод та під загрозою закриття заставити його побудувати очисні споруди.

Прикладом регіональних екологічних проблем може слугувати Аральське море із різким погіршенням екологічної обстановки на усій його периферії або висока радіоактивність ґрунтів у районах, прилеглих до Чорнобилю.

Для вирішення таких проблем необхідні об'єктивні наукові дослідження. У першому випадку – точні гідрологічні дослідження для розробки рекомендацій зі збільшення стоків до Аральського моря, а в другому – витіснення впливу на здоров'я людини тривалого впливу слабких доз радіації та розробка методів дезактивації ґрунтів.

Однак техногенний вплив на природу досяг таких масштабів, що виникли проблеми глобального характеру, про які кілька десятиліть навіть ніхто не міг

навіть підозрювати. За час виникнення технічної цивілізації на Землі зникло близько 1/3 площі лісів, пустелі різко прискорили свій наступ на зелені зони. Катастрофічних розмірів досягло забруднення океану нафтопродуктами, отрутохімікатами, синтетичними мийними засобами, нерозчинним пластиком.

Швидкими темпами відбувається забруднення атмосфери. Поки що основним засобом отримання енергії залишається спалювання горючого палива, тому із кожним роком зростає споживання кисню, а на його місце потрапляє вуглекислота, окисли азоту, окис вуглецю, а також значна кількість сажі, пилу та шкідливих аерозолів. Щорічно у світі спалюється понад 10 млрд. тон умовного палива. При цьому у повітря викидається понад 1 млрд. тон різних зависей, серед яких багато канцерогенних речовин. Вважають, що США випалили над собою увесь кисень та підтримують енергетичні процеси за рахунок кисню з інших територій планети. Складною є екологічна проблема озонового шару. Виснаження його – це найбільш небезпечна реальність для усього живого на Землі, ніж падіння якого-небудь метеориту. Озон не допускає небезпечне космічне випромінювання до поверхні Землі. На жаль, поки що не знайдені фактори виснаження озонового шару планети та вирішення для запобігання цьому.

Не дивлячись на те, що кожна із глобальних проблем має свої варіанти часткового або більш повного вирішення, існує деякий набір загальних підходів до вирішення проблем довкілля. Окрім того, за останнє століття людство розробило ряд оригінальних способів боротьби із власними недолугами, що гублять природу.

До числа таких способів слід віднести виникнення та діяльність різного роду «зелених» рухів та організацій. Окрім GreenPeace, що відрізняється масштабами власної діяльності, так і помітним екстремізмом дій, існує інший тип екологічних організацій. Це структури, що стимулюють та є спонсорами природоохоронної діяльності, наприклад World Wildlife Fund. Також існує ряд державних та суспільних природоохоронних ініціатив: природоохоронні законотворчі, різноманітні міжнародні угоди або чи система Червоних книг.

Серед найважливіших шляхів вирішення екологічних проблем більшість дослідників також виділяють впровадження екологічно чистих, безвідходних технологій, будівництво очисних споруд, раціональне розміщення виробництва та використання природних ресурсів.

Найважливішим напрямком вирішення посталих перед цивілізацією екологічних проблем варто зазначити підвищення екологічної культури людини, її серйозна екологічна освіта та виховання.

Полтавський державний аграрний університет

ВИСНОВКИ

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

1. Визначено службове призначення клапану мінімального тиску. Проведено аналіз деталі, що є його складовою частиною, а саме циліндра. Охарактеризовано конструкційний матеріал цієї деталі, надано рекомендації стосовно замітника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – середньосерійний.

2. Визрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано діючий технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь циліндра. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\phi 45H7$ мм розрахунково-аналітичним методом та для решти поверхонь – табличним.

3. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки циліндра. Визначені зусилля затиску та параметри силового приводу. Розраховано слабку ланку на міцність.

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки циліндра клапану мінімального тиску. Річний економічний ефект для програми випуску 610 шт. склав 4087 грн. Окрім того, було здійснено розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення. Приділено увагу екологічним проблемам та шляхам їх вирішення.

5. У графічній частині роботи наведено складальний кресленик клапану мінімального тиску, кресленик циліндра, кресленик заготовки циліндра, складальний кресленик затискного пристосування для виконання операції механічної обробки.