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: «Організація крупносерійного типу виробництва колінчастого вала пневматичного компресора»

КРБ.133ГМбд_21[1].13.00.00.000 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]*
НИЖНИК Ярослав

Керівник: докт. техн. наук, професор
КОВБАСА Володимир

Полтава – 2023 року

ВСТУП

У сільськогосподарському виробництві людство для виконання технологічних процесів щодечно використовує повітряні компресори безперервної або переривчастої подачі чистого, стиснутого повітря. Саме тому ця галузь має суттєву потребу у високоякісних компресорах, що можуть витримувати випробування часом.

Компресори служать для виконання різних функцій. Зокрема, для постачання великих об'ємів повітря необхідного для роботи сільськогосподарської техніки, автоматизованих обприскувачів, сільськогосподарських машин, конвеєрів, пневматичних машин переробки матеріалів. Окрім того, сільськогосподарські транспортні засоби використовують стиснуте повітря для сервісного обслуговування вантажних автомобілів, тракторів, щоб легко накачати шини. Поршневі компресори приводяться у дію за допомогою різного типу двигунів, таких як бензинові, дизельні або електричні.

Саме тому розробка, налагодження виробництва, удосконалення конструкцій пневматичних компресорів для забезпечення аграріїв чистим стиснутим повітрям є важливою науково-технічною задачею [5-7, 13].

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, є складовою частиною корпусу у зборі, що використовується у складі пневматичного поршневого компресора.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є корпус у зборі пневматичного компресору, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення колінчастого валу.

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

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційний матеріал, що застосовуються для виготовлення, а також визначити тип виробництва на підставі річної програми запуску виробу;

Полтавський державний аграрний університет

- 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 деталі, а також запропонувати заходи із охорони праці, розглянути вплив підприємств галузі на атмосферу;

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

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Компресор повітряний КТ-6 (рисунок 1.1, таблиця 1.1) призначений для отримання стисненого повітря і забезпечення їм пневматичних систем, механізмів і інструментів. Він є двохступінчастий, трьохциліндровий, поршневий із W-подібним розташуванням циліндрів, з повітряним охолодженням.

Рисунок 1.1 – Компресор КТ-6

Кривошипно-шатунний механізм компресора, який складається з колінчастого валу, шатуна, поршня служить для перетворення обертаючого руху колінчастого валу у зворотно-поступальний рух поршня, а також для передачі зусилля з колінчастого валу на поршень циліндра.

Колінчастий вал є найбільш навантаженою деталлю компресора КТ-6, так як всю потужність від двигуна він передає шатунам і масляному насосу. Колінчатий вал під час роботи зазнає змінних динамічних навантажень, тому він повинен бути міцним, щоб забезпечувати необхідну точність руху, високий ступінь протидії абразивному зносу.

Полтавський державний аграрний університет

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика компресора КТ-6

№ з.п.	Найменування параметрів	Значення
1	Продуктивність, $м^3$/хв.	5,3
2	Тиск нагнітання, МПа	0,9
3	Частота обертання колінчастого вала, об/хв.	850
4	Потужність, споживана при частоті обертання, кВт: 850 об/хв.; 750 об/хв.; 440 об/хв.	 44,1 39 22,8
5	Кількість циліндрів	3
6	Тип охолодження	повітря
7	Режими роботи при нагнітанні ПВ, % 0,5 МПа; 0,9 МПа	 100 50
8	Габаритні розміри, мм: довжина; ширина; висота	 760 1320 1050
9	Маса, кг (без мастила)	610

Колінчасті вали від звичайних валів відрізняє ряд конструктивних особливостей, що обумовлюють специфіку їх обробки:

- циліндричні поверхні не мають загальної осі – корінні шийки розташовані на одній осі, а шатунні – на другій;

- наявність значно великих площин, які не є поверхнями обертання.

Колінчатий вал, обраний на розробку, відноситься до групи малих колінчастих валів так як має одне коліно, діаметр шатунної шийки Ø88q6, довжина вала –

Полтавський Державний аграрний університет

626h6, маса – 46 кг.

Отже, деталлю, обраною для проєктування, є колінчастий вал (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Вал колінчастий

Вал колінчастий виготовляється із сталі 40Х за ДСТУ 7805:2015 [16, 36].

Полтавський державний аграрний університет

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу точності параметрів колінчастого валу (рисунок 1.3) заповнюємо таблицю 1.2, у якій наведені дані про точність виготовлення даної деталі, а також вимоги до точності. Під час виконання даного підрозділу використовуємо джерела інформації [17, 22, 47, 48].

Основні вимоги до колінчастого валу:

- посадочна поверхня шатунної шийки обробляється по 7-ому квалітету, а кореневих шийок – по 6-ому квалітету, з параметрами шорсткості поверхні відповідно R_a = 0,4-0,8 мкм;

- овальність і конусність кореневих і шатунної шийок дозволяється у межах 0,01-0,02мм;

- допуск радіального биття кореневих і шатунної шийок відносно осі колінчастого валу – 0,05мм;

- допуск паралельності осі шатунної шийки осям кореневих – 0,05мм.

Рисунок 1.3 – Аналіз точності валу колінчастого

Полтавський державний аграрний університет

Таблиця 1.2 - Параметри точності валу колінчастого

№ пов.	Найменування поверхні	Точність, квалітет	Граничні відхилення	Клас шорсткості
1, 2, 3	Канавка Ø89	h12	-0,35	12,5
4	Зовнішня конічна поверхня	H14	+0,430	0,8
5	Шпонковий паз	H9	+0,052	3,2
6,7, 21,22	Отвір Ø6,3	H14	+0,36	12,5
8	Зовнішня різьба М60х2	q6	0,010 -0,029	12,5
9	Канавка Ø57	h12	-0,3	12,5
10	Зовнішня поверхня Ø90	f9	-0,036 -0,123	0,8
11	Зовнішня поверхня Ø90	к6	+0,025 +0,003	0,8
12,13, 15,16	Торець поверхні Ø110	H11	+0,25	1,6
14	Зовнішня поверхня Ø88	q6	-0,012 -0,034	0,4
17	Зовнішня поверхня Ø90	к6	+0,025 +0,003	0,8
18	Зовнішня поверхня Ø84	h14	-0,35	12,5
19	Торець поверхні Ø84	h12	0,7	12,5
20	Отвір Ø45	H7	+0,025	3,2
23	Отвір Ø14	H14	+0,43	12,5

Полтавський державний аграрний університет

Проаналізувавши точність параметрів валу, можна зробити висновок, що вимоги до точності розмірів та шорсткості не завищені. Максимальний квалітет точності 6-ий, а мінімальна шорсткість – R_a=0,4 мкм. Вона є цілком досяжною під час обробки на металорізальному обладнанні.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Колінчасті вали компресорів виготовляються з легованої сталі марки 38ХА або сталі марки 40Х ДСТУ 7805:2015 [7, 34, 36]. Дані про технічний склад і механічні властивості цих сталей заносимо в таблиці 1.3 і 1.4.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталей 38ХА і 40Х ДСТУ 7805:2015, %

Метал	Вуглець (C)	Кремній(Si)	Хром (Cr)	Мідь (Cu)	Нікель(Ni)
Сталь 38ХА	0,35-0,42	0,17-0,37	0,8-1,1	0,3	0,25
Сталь 40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,80-1,1	0,3	0,30

Таблиця 1.4 – Механічні властивості сталей 38ХА і 40Х ДСТУ 7805:2015, %

Метал	Твердість по Бринелю,НВ	Межа міцності при розтяганні, МПа (кгс/мм^2)	Границя текучості, МПа (кгс/мм^2)	Відносне подовження,%	Відносне звуження, %
Сталь 38ХА	197	920(92)	720 (72)	16	40
Сталь 40Х	197	1000(100)	850(85)	17	45

Полтавський державний аграрний університет

Обов'язковими для приймання колінчастих валів показниками механічних властивостей є межа міцності, відносне звуження і в'язкість.

Для того, щоб гарантувати високу якість колінчастих валів, кожний такий вал необхідно ретельно перевіряти на рентгенівському апараті або за допомогою ультразвукового дефектоскопу.

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингове дослідження показало попит ринку в пневматичних компресорах у кількості 450 штук на рік. Визначимо річну програму запуску за формулою [28, 30, 35]:

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

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

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

$k_{бр}$ – коефіцієнт, що враховує технологічні витрати, які неможливо уникнути. Приймаємо рівним 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{зап} = (450 + 0,04 \cdot 450) \cdot (1 + 0,025) = 480 \text{ (шт.)}.$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей вузла понад 300 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – крупносерійне.

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Конструкція вузла корпус компресора КТ-6 у зборі є не дуже складною. Він складається із досить незначної кількості деталей. У даному виробі широко застосовуються стандартні вироби (болти, гайки, підшипники та ін.), але основна маса деталей виготовляється безпосередньо для даного вузла. Конструкція виробу дозволяє проводити його складання без особливих труднощів. Точність виготовлення деталей виключає додаткові операції. Для проведення поточних технічних оглядів та ремонтів корпус у зборі досить легко розбирається.

Точність виконання основних функціональних поверхонь забезпечує нормальне функціонування вузла. Точність механічної обробки корпусу характеризується наступними умовами:

- осі отворів під шарикопідшипники повинні бути співвісні;

- торцеві площини фланців повинні бути перпендикулярні осям отворів під підшипники колінчастого валу.

Базові поверхні складальних одиниць, якими вони будуть установлюватись у вузол, оброблені достатньо точно, з точки зору точності та визначення базування.

При установленні передньої кришки із запресованою манжетою між зовнішньою обоймою заднього підшипника і корпусом повинен бути забезпечений зазор не менше 0,9 мм.

Колінчастий вал у корпус встановлюється після запресовки на нього шарикопідшипників і втулки під гумову манжету, які для полегшення монтажу попередньо нагріваються у маслі до температури 110…120^{0}С.

Змащування здійснюється за допомогою масляного насосу. Загалом конструкцію компресора КТ-6 можна вважати технологічною і придатною для виготовлення і експлуатації відповідно до технічних вимог.

Проведемо аналіз деталі (вал колінчастий) на технологічність [2]. Він проводиться на базі 2 оцінок: кількісної та якісної.

Полтавський державний аграрний університет

Якісна оцінка. На кінцях вал має центрові отвори, які є технологічними базами для основних операцій. Для полегшення обробки розміри отворів каналів і центрові отвори мають однаковий діаметр, що дозволяє обробляти одним свердлом. Шатунна шийка під час роботи зазнає тертя і тому для підвищення зносостійкості її загартовують.

Корінні шийки спрягаються з внутрішніми кільцями підшипників кочення і тому не зазнають тертя. Діаметральні розміри Ø90к6 корінних шийок уніфіковані. Довгий кінець валу має конічну ділянку, що дозволяє краще центрувати шків, ніж циліндричне спряження з зазором. Деталь обробляється стандартним інструментом.

Висновок: за критеріями якісної оцінки деталь технологічна.

Кількісна оцінка проводиться на основі коефіцієнту $K_{уе}$, що розраховується наступним чином

$$K_{уе} = \frac{Q_{у.е.}}{Q_е}, \qquad (2.1)$$

де $Q_{у.е.}$ – число уніфікованих розмірів конструктивних елементів;

$Q_е$ – число конструктивних елементів деталі.

$$K_{уе} = 23/23 = 1.$$

Технологічна та деталь, коефіцієнт якої більше 0,6. Тобто, по коефіцієнту уніфікації деталь є технологічною.

Щоб отримати технологічну деталь, необхідно витримувати необхідну точність при механічній обробці.

У цілому конструкція колінчастого валу достатньо технологічна. Це дозволяє використовувати одне і теж обладнання. Усі поверхні доступні для обробки. Повні результати аналізу на технологічність валу наведені у таблиці 2.1.

Полтавський Державний аграрний університет

Таблиця 2.1 – Аналіз технологічності деталі

№ з. п.	Показники технологічності	Висновки по показниках технологічності	Дії по поліпшенню технологічності
1	2	3	4
1	Ступінчасті вали повинні мати невеликі перепади, а довжини ступенів повинні бути однаковими або кратними для можливості обробки деталі на багаторізцевих автоматах.	Оскільки вал обробляється на верстаті із ЧПК, то дана умова нас задовольняє повністю.	-
2	Вали повинні мати центрувальні отвори для базування при обробці та контролю.	Дана деталь повністю відповідає даній вимозі.	-
3	При наявності шпонкової канавки розмір від дна канавки необхідно проставляти від нижнього краю циліндра. У випадку базування в призмі. У випадку базування в центрах розмір проставляється до центра.	Оскільки обробка шпонкової канавки проводиться в призмі, то дана умова нас повністю задовольняє.	

Полтавський державний аграрний університет

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

2.2 Аналіз діючих технологічних процесів виготовлення

Проаналізувавши базовий варіант технологічного маршруту обробки колінчастого валу компресора КТ-6, необхідно відзначити, що існує можливість його удосконалення. Для серійного виробництва замінимо верстат на токарній операції 010. Замість токарно-гвинторізного верстата мод. 163 обробку попереднього обточування довгого і короткого кінців валу будемо проводити на токарному верстаті мод.1Б732Ф3 із ЧПК. Операція 120 токарна, на якій нарізується зовнішня різьба; операція 130 свердлильна, на якій свердлять змащувальні отвори і отвори під шплінт – ці операції виконують на токарно-гвинторізному верстаті мод.163 і радіально-свердлильному верстаті мод. 2А55. Пропонується об'єднати операції 120 і 130 та замінити радіально-свердлильний верстат 2А55 і токарно-гвинторізний 163 на агрегатний верстат мод. ХА11496. Це дозволить застосовувати більш форсовані режими різання. Дозволить зменшити підготовчо-заключний час, час на установку і переустановку деталі, підвищити точність обробки, тому що буде виконано правило сталості баз.

2.3 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будують на підставі вибраних маршрутів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схем базування та призначених металорізальних верстатів. На рисунку 2.1 представлений ескіз деталі валу колінчастого із позначенням поверхонь, що підлягають обробці.

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 2.1 – Ескіз деталі із поверхнями обробки

Маршрут обробки будуємо на підставі обраних маршрутів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва, схем базування та призначених металорізальних верстатів.

Полтавський державний аграрний університет

Технологічний маршрут зі стислим змістом операцій наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Схема маршруту обробки валу колінчастого

№ опер.	Найменування операції	Обладнання (найменування, марка)	Зміст операції
1	2	3	4
005	Штампувальна		По технології ковальського цеху.
010	Термічна		По технології термічної ділянки.
015	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний МР-73М	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Фрезерувати торці 1 і 2. 2. Центрувати торці 1 і 2.
020	Токарна з ЧПК	Токарний центровий напівавтомат 1Б732 з ЧПК	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1.Обточити коротку кореневу шийку 3. 2. Обточити довгу кореневу шийку 4.
025	Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати кореневу шийку 5 попередньо.
030	Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати конус 6 попередньо.

Полтавський державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
035	Токарна	Токарно-гвинторізний 163	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Підрізати щоку 7. 2. Підрізати щоку 8. 3. Обточити шийку 11 попередньо. 4. Обточити шийку 11 остаточно. 5. Підрізати торець 9. 6. Підрізати торець 10.
040	Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати кореневу коротку шийку 12 остаточно.
045	Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати кореневу довгу шийку 13 остаточно.
050	Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати конус 6 остаточно.
055	Шліфувальна	Спеціальний шліфувальний верстат 3А423	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати торці 9 і 10. 2. Шліфувати шийку шатунну 11 попередньо.

Полтавський державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.2

060	Токарна	Токарно-гвинторізний 163	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Свердлити отвір Ø 43 14 на L = 55мм. 2. Розточити отвір 14 попередньо до Ø44,98$_{-0,03}$. 3. Розгорнути отвір 14. 4. Розточити конусну поверхню отвору 15.
065	Фрезерна	Вертикально-фрезерний 6Р13	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Фрезерувати поверхні щік16 і 17.
070	Фрезерна	Горизонтально-фрезерний 6Н82	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1.Фрезерувати шпонковий паз 18.
075	Агрегатна	Агрегатний 1А11496	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Нарізати різь 20 М60х2-6q. 2. Свердлити отвір 19 Ø14. 3. Свердлити отвір 21 Ø6,3.
080	Шліфувальна	Спеціальний шліфувальний верстат 3А423	А. Установити, закріпити і зняти деталь. 1. Шліфувати шатунну шийку 11 остаточно.
085	Мийна	Машина для миття М48б	Промити деталь стисненим повітрям.

Полтавський державний аграрний університет

2.4 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

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

Проведемо розрахунок припуску на обробку і проміжних граничних розмірів для шатунної шийки колінчастого валу.

Технологічний маршрут обробки поверхні Ø88q6 складається із наступних операцій механічної обробки:

1. Обточування чорнове.
2. Обточування чистове.
3. Шліфування попереднє.
4. Шліфування остаточне.

Заносимо цей технологічний маршрут до таблиці 2.3.

Величини R_Z і T, що характеризують якість поверхні:

- штампованих заготовок вагою до 100 кг, складають відповідно 200 мкм і 300 мкм;
- чорнового обточування – 50 мкм і 50мкм;
- чистового обточування – 30 мкм і 30 мкм;
- шліфування попереднє – 5 мкм і 15 мкм;
- шліфування остаточне – 2,5 мкм і 5 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу при базуванні в центрах:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_ц^2}, \qquad (2.2)$$

де $\rho_{кор}$ =к×L – похибка заготовки по жолобленню;

$к$ – питома кривизна в мкм на 1 мм довжини, 1,0 мкм.

Тоді

$$\rho_{кор} = 1{,}0 \times 200 = 200 \text{ мкм} = 0{,}2 \text{ мм}.$$

Полтавський Державний аграрний університет

$\rho_{см}$ – похибка заготовки по зміщенню, 1,6 мм;

$\rho_{ц}$ – похибка центрування, 0,25 мм.

Тоді:

$$\rho = \sqrt{1,6^2 + 0,2^2 + 0,25^2} = 1,63 \text{ мм} = 1630 \text{ мкм}.$$

Значення залишку просторової похибки

$$\rho_{зл} = k \times \rho, \qquad (2.3)$$

де k – коефіцієнт уточнення форми.

Після чорнового обточування:

$$\rho_{зал\ чор} = 0,06 \times \rho = 0,06 \times 1630 = 100 \text{ (мкм)};$$

після чистового обточування:

$$\rho_{зал\ чист} = 0,05 \times \rho = 0,05 \times 1630 = 81 \text{ мкм};$$

після шліфування попереднього

$$\rho_{зал\ шл} = 0,04 \times \rho = 0,04 \times 1630 = 65 \text{ мкм}.$$

Мінімальний припуск на обробку шатунної шийки

$$2Z_{i\ min} = 2 \cdot (Rzi\text{-}1 + Ti\text{-}1 + \rho i\text{-}1). \qquad (2.4)$$

Мінімальний припуск:

- під чорнове обточування:

Полтавський державний аграрний університет

$$2Z_{min} = 2\cdot(200 + 300 + 1630) = 2\cdot2130 \text{ (мкм);}$$

- під чистове обточування:

$$2Z_{min} = 2\cdot(50 + 50 + 100) = 2\cdot200 \text{ (мкм);}$$

- під шліфування попереднє:

$$2Z_{min} = 2\cdot(30 + 30 + 81) = 2\cdot141 \text{мкм;}$$

- під шліфування остаточне:

$$2Z_{min} = 2\cdot(5 + 15 + 65) = 2\cdot85 \text{мкм.}$$

Графу таблиці 2.3 „Розрахунковий розмір" заповнюємо, починаючи з кінцевого найменшого, в даному випадку розміру з креслення, послідовним додаванням розрахункового припуску Z_{min}.

Таким чином маємо розмір останнього переходу з креслення Ø87,966 мм.

Для інших переходів одержимо:

- для шліфування попереднього:

$$87,966 + 0,17 = 88,136 \text{ мм;}$$

- для чистового обточування.

$$88,136 + 0,282 = 88,418 \text{ мм;}$$

Полтавський державний аграрний університет

- для чорнового обточування:

$$88{,}418 + 0{,}4 = 88{,}818 \text{ мм};$$

- для заготовки:

$$88{,}818 + 4{,}262 = 93{,}078 \text{ мм}.$$

Значення допусків кожного переходу приймаємо з таблиць у відповідності з класом точності того чи іншого виду обробки. Так для шліфування значення допуску складає 17 мкм (розмір із креслення);

- для шліфування попереднього – δ = 22мкм (6 клас);
- для чистового обточування – δ = 140мкм (10 клас);
- для чорнового обточування – δ = 350мкм (12 клас);

Допуск заготовки

$$\delta = \frac{H_{ед} + И_{ш}}{2} + K_{у} \qquad (2.5)$$

де $H_{ед}$ – недоштампування заготовки, 8 мм;

$И_{ш}$ – допустимий знос штампу, 3,4;

$K_{у}$ – коливання усадки по температурному інтервалу заготовки, 1,0 мкм/мм:

$$K_{у} = 1{,}0 \times 88 = 88 \text{ (мкм)} = 0{,}088 \text{ (мм)}.$$

При цьому верхнє відхилення (плюс):

$$ВВ = \frac{H_{ед} + K_{у}}{2} = \frac{8{,}00 + 0{,}088}{2} = 4 \text{ (мм)}. \qquad (2.6)$$

Полтавський державний аграрний університет

Нижнє відхилення (мінус):

$$НВ = \frac{И_ш + К_у}{2} = \frac{3,4 + 0,088}{2} = - 1,7 \text{ (мм)}. \quad (2.7)$$

Найменші граничні розміри по всім технологічним переходам записуємо заокруглivши їх збільшенням розрахункових розмірів. Найбільші граничні розміри знаходимо додаванням допуску до заокруглених найменших граничних розмірів.

Граничні значення припусків Z_{max} записуємо як різницю найбільших граничних розмірів; Z_{min} – різниця найменших граничних розмірів попереднього і даного переходів.

Усі результати розрахунків заносимо в таблицю 2.3. На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розміщення припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні Ø88q6.

Таблиця 2.3 – Розрахунок припусків на обробку зовнішньої поверхні Ø88q6

Технологічні операції і переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри,мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ				Найменший	Найбільший	Найменше	Найбільше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розміри заготовки	200	300	100	-	93,078	5700	93,1	98,8	-	-

Полтавський державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Обточування чорнове	50	50	81	2·2130	88,818	350	88,82	89,17	963	4280
Обточування чистове	30	30	65	2·200	88,418	140	88,42	88,56	400	610
Шліфування попереднє	3	15	-	2·141	88,136	22	88,136	88,158	284	402
Шліфування остаточне.	2,5	5	-	2·85	87,966	17	87,983	87,966	170	175

Найбільший розмір заготовки Ø 98,8 мм.

Допуск заготовки 5700 мкм.

Найменший розмір заготовки Ø 93,1 мм.

Найбільший розмір після чорнового обточування Ø89,17 мм.

Допуск на чорнове обточування 350 мкм.

Найменший після чорнового обточування Ø88,82 мм.

Найбільший розмір після чистового обточування Ø88,56 мм.

Допуск на чистове обточування 140 мкм.

Найменший розмір після чистового обточування Ø88,42 мм.

Найбільший розмір після шліфування попереднього Ø88,158 мм.

Допуск на шліфування попереднє 22 мкм.

Найменший розмір після шліфування попереднього Ø88,136 мм.

Найменший розмір після шліфування остаточного Ø87,983 мм.

Допуск на шліфування остаточне17 мкм.

Найбільший розмір після шліфування остаточного Ø87,966 мм.

Полтавський Державний аграрний університет

Найменший припуск на шліфування остаточне 170 мкм.

Найбільший припуск на шліфування остаточне 175 мкм.

Найменший припуск на шліфування попереднє 284 мкм.

Найбільший припуск на шліфування попереднє 402 мкм.

Найменший припуск на чистове обточування 400 мкм.

Найбільший припуск на чистове обточування 610 мкм.

Найменший припуск на чорнове обточування 963 мкм.

Найбільший припуск на чорнове обточування 4280 мкм.

Припуски на інші поверхні призначаємо табличним способом та заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Припуски на поверхні колінчастого валу

Найменування і номер поверхні деталі	Загальний припуск, мкм	Найменування операції						
		Токарна чорнова	Токарна чистова	Свердлильна	Шліфувальна чорнова	Шліфувальна чистова	Розточна	Розгортання
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конічна поверхня 1:10	2·4,5	2·2,5	2·1,0	-	2·0,7	2·0,3	-	-
Різьба М60х2	2·4,25	2·3,25	2·1,0	-	-	-	-	-
Зовнішня поверхня Ø90f9	2·4,5	2·2,5	2·1,0	-	2·0,7	2·0,3	-	-

Полтавський Державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зовнішня поверхня Ø90к6	2·4,5	2·2,5	2·1,0	-	2·0,7	2·0,3	-	-
Торець поверхні Ø110	2·3,0	2·2,0	2·1,0	-	-	-	-	-
Зовнішня поверхня Ø84	2·7,5	2·4,0	2·3,5	-	-	-	-	-
Отвір Ø45	2·22,5		-	21,5		-	0,99	0,01

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

У даному розділі пропонується розробка пристосування для закріплення деталі валу колінчастого на 070 операції. При розробці дотримувалися наступні вимоги до пристосування:

- забезпечення необхідної точності деталі, що оброблюється;

- забезпечення необхідної продуктивності;

- економічна доцільність (витрати на виготовлення пристосування повинні окупитися зниженням собівартості обробки);

- забезпечення зручної експлуатації та ремонтопридатності;

- забезпечення безпеки праці.

Деталі пристосування повинні бути по можливості нормалізовані та стандартизовані для зменшення вартості пристосування.

Складальний кресленик пристосування представлений у графічній частині роботи.

При фрезеруванні шпонкових пазів використовують пристосування, що складається із трьох автономних вузлів: передньої опори (поз.2), задньої опори (поз.1) і орієнтуючої опори (поз.3). Вузли встановлюються на столі верстата і закріплюються гвинтами спеціальними з Т-подібною головкою (поз.5). Для найбільш швидкої і точної орієнтації передньої опори у її нижній частині розміщені направляючі шпонки (поз.6).

Колінчастий вал встановлюється в центрах: задньому нерухомому (поз.7) і передньому рухомому (поз.8). Центр передній закріплений на штокові (поз.9) пневматичного циліндра (поз.4).

Орієнтуюча опора використовується для надання заданого положення колінчастому валу відносно центрів.

Полтавський державний аграрний університет

При установці колінчастого вала поршні (поз.10 і 11) пневматичного циліндра знаходяться у крайньому лівому положенні. Вал встановлюється у центр задній. Щока вала доводиться до стикання з опорою орієнтуючою, після цього обертом рукоятки (поз.12) подається стиснуте повітря до порожнин циліндра (порожнина α). Шток із рухомим центром починає переміщуватись у напрямку до задньої опори. За рахунок повільного зростання тиску в порожнині α рух штока із поршнем проходе не дуже швидко, що дає можливість не тільки підвести центр у центровий отвір вала, а ще раз перевірити його кутову орієнтацію. Після цього вал закріплюється.

Після обробки стиснуте повітря подається в порожнину циліндра. Шток переміщується наліво і звільняє колінчастий вал.

Встановлення на одному штоковій двох поршнів пояснюється прагненням зменшити радіальні габарити силового вузла при тих самих зусиллях затиску.

Для забезпечення необхідної точності обробки вала до пристосування висуваються наступні технічні вимоги.

Відхилення від паралельності осі контрольного валика, встановленого в центрах, опорної площини пристосування не повинно перевищувати 0,02 мм на 100 мм довжини.

Відхилення від співвісності центрів не більше 0,02мм.

3.2 Розрахунок потрібного зусилля затиску

При фрезеруванні шпонкового пазу найсуттєвішою силою, що впливає на заготовку буде сила подачі Ph. Відношення цієї сили до сили різання Pz становить 10:8.

Складемо схему діючих сил і визначимо з неї силу, що необхідна для затиску W [3, 9, 11, 14, 15, 26, 41]. Розрахункова схема пристосування показана на рисунку 3.1.

Полтавський Державний аграрний університет

Рисунок 3.1 – Схема сил, що діють

Заготовка закріплена в центрах і затиснута силою W:

$$W = K \cdot [1-3tg(\beta+\varphi 1) \cdot tg\varphi 2 \cdot \frac{l}{d}] \cdot ctg(\beta+\varphi 1) \cdot \sqrt{P_z^2 + (P_y - 0{,}5 \cdot P_x \cdot \frac{D}{L})^2}, \qquad (3.1)$$

де $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ – коефіцієнт запасу;

K_0 = 1,5 – коефіцієнт гарантованого запасу;

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

K_2 = 1,4 – коефіцієнт, який враховує затуплення РІ;

K_3 = 1,2 – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при переривному різанні;

K_4 = 1,0 – коефіцієнт, який враховує постійність сили затискання;

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

K_6 = 1,0.

Тоді K дорівнює:

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

Полтавський державний аграрний університет

P_z; P_x; P_y – складові сили різання.

Головну складову сили різання P_z визначимо за формулою [9]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S^y \cdot B^U \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_p, \qquad (3.2)$$

де t = 6,3 мм – глибина різання;

S = 0,38 мм/зуб – подача;

B = 24 мм – ширина фрезерування;

z = 4 – кількість зубів фрези;

D = 60 мм – діаметр фрези;

n = 63 об/хв. – частота обертання фрези;

K_p = 1,13 – загальний поправочний коефіцієнт.

C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1,0; q = 0,86; $\omega = 0$ – коефіцієнт та показники ступеня з довідника[9].

Визначимо силу різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68{,}2 \cdot 6{,}3^{0{,}86} \cdot 0{,}38^{0{,}72} \cdot 24^{1{,}0} \cdot 4}{60^{0{,}86} \cdot 63^{0}} \cdot 1{,}13 = 5306 \text{ (Н)}.$$

Обертовий момент, Н·м, на шпинделі верстата:

$$M_{об} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \qquad (3.3)$$

$$M_{об} = \frac{5306 \cdot 60}{2 \cdot 100} = 1592 \text{ (Н·м)}.$$

Значення сил P_x і P_y визначимо із відношення з головною складовою сили P_z:

Полтавський державний аграрний університет

$$\frac{P_x}{P_z}=0,5;$$

$$\frac{P_y}{P_z}=0,3.$$

$P_x = 2653$ Н; $P_y = 1592$ Н.

D – діаметр заготовки;

$L = 626$ мм – довжина заготовки;

$l = 92$ мм – відстань від середини центрового гнізда до середини пінолі;

$a = 80$ мм – довжина пінолі;

$\beta = 90^0\text{-}0,5\cdot\psi$, $\psi = 60^0$ – кут конусу при вершині центру;

$\varphi_1 = \varphi_2 = 3^0$ – кути тертя відповідно на поверхні конусу центра і пінолі.

Визначимо силу, необхідну для закріплення:

$$W = 3,6\cdot[1\text{-}3\mathrm{tg}(60^0+3^0)\cdot\mathrm{tg}3^0\cdot\frac{92}{80}]\cdot\mathrm{ctg}(60^0+3^0)\times$$

$$\times\sqrt{5306^2+(1592-0,5\cdot 2653\cdot\frac{89}{626})^2} = 6600\ (\text{Н}\cdot\text{м}).$$

3.3 Розрахунок параметрів силового приводу

Розрахунок силового привода зводиться до визначення зусилля на ведучій ланці механізму по відомій силі затиску, а потім, по визначеному зусиллю на ведучій ланці знаходиться діаметр пневмоциліндру.

Для даного пристосування можна записати:

$$Q = \frac{W}{i}, \qquad (3.4)$$

Полтавський державний аграрний університет

де i – передавальне відношення сил, що характеризує конструктивні параметри механізму. Для даного пристосування і=1.

З урахуванням цього: усилля $Q = W = 6600$ (Н).

Знайдемо діаметр поршня пневмоциліндру:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p}{4} \cdot \eta, \qquad (3.5)$$

де $p = 0,5$ МПа – тиск, що подається у пневмоциліндр;

D – діаметр поршня;

d – діаметр штока (приймемо $d = 30$ мм);

$\eta = 0,8$ – ККД пневмоциліндру.

З формули (3.5) визначимо значення діаметра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d^2}, \qquad (3.6)$$

Обчислимо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6600}{3,14 \cdot 0.8 \cdot 0,5} + 30^2} = 148 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо стандартний діаметр $D = 150$ мм.

За формулою (3.5) уточнюємо значення сили затиску:

$$Q = \frac{3,14 \cdot (150^2 - 30^2) \cdot 0,5}{4} \cdot 0,8 = 6782 \text{(Н)}.$$

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Розробка технологічного процесу виготовлення заготовки повинна здійснюватись на основі технічного і економічного принципів [8, 31, 49]. З декількох можливих варіантів технологічних процесів при інших рівних умовах вибирають найбільш економічний, при однаковій економічності – найбільш продуктивний.

Колінчастий вал виготовлений із сталі 40Х. У зв'язку з низькими ливарними можливостями сталі і недопустимістю будь-яких дефектів у матеріалі, що притаманні сталевому литтю, заготовки колінчастих валів одержують для серійного виробництва гарячим штампуванням. Штамповані заготовки нормалізують для зняття внутрішніх напружень. Після термічної обробки заготовки відчищають від окалини дробеструменевим обдуванням.

Розрахуємо собівартість виготовлення заготовки колінчастого валу. Ціна заготовки, виготовленої методом штампуванням

$$C_{к,ш} = [C_{бк.ш} \cdot G_{к,ш} \cdot K_т \cdot K_c \cdot K_м \cdot K_п \cdot K_в - (G_{к,ш} - G_g) \cdot C_{відх}], \quad (4.1)$$

де $C_{бк.ш}$ – базова ціна одного кілограму кованок (штамповок), виготовлених з базового матеріалу, з базовою точністю та складністю, за [1] – 400 ум. гр.од./т;

$C_{відх}$ – ціна одного кілограму відходів, за [1] – 25 ум. гр.од./т грн.;

G_g, $G_{к,ш}$ – маса відповідно готової деталі та кованки, кг;

$K_т$, K_c, $K_м$, $K_п$, $K_в$ – коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної складності заготовки, марки матеріалу, програми річного замовлення та маси кованки (штамповки).

При проектуванні кованих заготовок масу визначають з урахуванням витрат металу при вигоранні та облої. Маса деталі складає 46 кг.

Визначимо масу заготовки валу за формулою:

$$Q_{заг} = \frac{m_д}{K}, \qquad (4.2)$$

де K – середній коефіцієнт використання металу, який приймемо рівним 0,75 (при виготовленні заготовок штампуванням);

$m_д$ – маса деталі.

$$Q_{заг} = \frac{46}{0,75} = 61 \text{ кг}.$$

Отже, для виготовлення деталі необхідно 61 кг вихідного матеріалу.

Підставивши отримані значення, маємо:

$$C_{к.в} = [400 \cdot 61 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,87 - (61-46) \cdot 25] \times 36,6/1000 = 1463 \text{ (грн.)}.$$

Отже вартість заготовки валу колінчастого, отриманого штампуванням, становить 1463 грн. У заводських умовах вартість виготовлення методом литва із високоміцного чавуну становила 1785 грн. Отже, економічний ефект на річну програму запуску становить:

$$E = (1785 - 1463) \cdot 480 = 154560 \text{ (грн.)}.$$

4.2 Розрахунок захисного заземлення

Розрахунок заземлення проводимо методом «коефіцієнта використання» із використанням джерел інформації [4, 10, 12, 18-21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50].

Захисне заземлення призначається для захисту поразки електричним струмом до 1000 В змінного струму з ізольованою нейтраллю і постійного струму з

Полтавський державний аграрний університет

ізольованою середньою точною, а також з напругою вище 1000 В змінний і постійний струми для будь-якого режиму нейтралі.

Фізична сутність захисного заземлення полягає у тому, що спеціально створене між металевим корпусом установки (верстата) і землею електричне з'єднання має дуже малий опір порівняно з тілом людини. Цей опір дозволяє понизити силу струму крізь тіло людини до припустимого значення.

Відповідно вимогам ПУЕ найбільший припустимий опір заземленого пристосування установок до 1000 В з ізольованою нейтраллю складає 10 Ом при сумарній потужності джерел живлення даної мережі не більш 100 кВА і 4 Ом у інших випадках.

Як відомо, заземлення – основний конструктивний і розрахунковий елемент заземлених пристосувань, що бувають природними і штучними. Штучні заземлення являють собою вертикальні та горизонтальні електроди, що забивають і закопують у землю.

У нашому випадку початкові дані наступні:

- S = 180 Ом×м – опір грунту, що вимірюється;
- l = 3 м – довжина електрода;
- d = 2,5 см = 0,025 м – діаметр електроду;
- t = 4 см;
- за контуром a/l=2;
- грунт – малої вологості.

1) Визначаємо розрахунковий опір грунту, в якому рекомендується розмістити заземлення:

$$P = P_{вим.} \cdot \Psi; \qquad (4.3)$$

де: $P_{вим}$ = 180 Ом×м;

Ψ = 1,3 – розрахунковий коефіцієнт сезонності

$$P = 180 \cdot 1{,}3 = 234 \text{ (Ом×м)};$$

Полтавський Державний аграрний університет

2) Визначаємо опір заземлення:

$$Rв = \frac{P}{2\pi l}\left(Ln\frac{2l}{d} + 0{,}5 \cdot Ln\frac{4t+l}{4t-l}\right); \quad (4.4)$$

де d= 0,025 м;

l = 3м;

t = 1,8 м

$$Rв = \frac{234}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0{,}025} + 0{,}5 \cdot \ln\frac{4 \cdot 1{,}8 + 3}{4 \cdot 1{,}8 - 3}\right) = 73{,}582 \text{ (Ом).}$$

3) Визначаємо необхідну кількість паралельно з'єднаних заземлень за формулою:

$$n = \frac{Rв}{R_3 Пв}; \quad (4.5)$$

де $R_в$ = 73,582 Ом;

R_3 = 4 Ом;

Пв = 0,63 - коефіцієнт використання вертикальних заземлень;

$$n = \frac{73{,}582}{4 \cdot 0{,}63} = 30 \text{ електродів.}$$

4) Визначаємо довжину горизонтального електрода при контурному розміщенні:

$$Lr = L \cdot n, \quad (4.6)$$

$$Lr = 2 \cdot 3 \cdot 30 = 180 \text{ м;}$$

Полтавський державний аграрний університет

5) Визначаємо опір розтікання струму для горизонтального електрода:

$$Rr = \frac{Ppозр}{2\pi L \cdot r} \cdot Ln\frac{Lr^2}{Bt};$$

$$Rr = \frac{234}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 180} \cdot \ln\frac{180}{0{,}04 \cdot 0{,}6} = 1{,}847\ Ом; \qquad (4.7)$$

6) Обчислюємо загальний опір заземленого пристосування:

$$R_o = \frac{Rв \cdot Rr}{Rв \cdot \eta r \cdot Rr \cdot Пв \cdot n}, \qquad (4.8)$$

$$R_o = \frac{73{,}582 \cdot 1{,}847}{73{,}582 \cdot 0{,}32 + 1{,}847 \cdot 0{,}63 \cdot 30} = 2{,}325 < 4\ Ом.$$

4.3 Вплив машинобудівного виробництва на атмосферу

Машинобудівна промисловість має близько 8% викидів України від промислових стаціонарних джерел.

Машинобудівні підприємства викидають до повітряного басейну різноманітне забруднення: пил різного хімічного та гранулометричного складу; дим; гази – сірчаний ангідрид, окис вуглецю, окисли азоту, сірковий водень, поєднання фтору та ін.

Відсоток вловлювання забруднюючих речовин за галуззю (50%) значно нижче середнього (80%) за промисловістю України. Основна частка припадає на тверді речовини. Вловлювання діоксину сірки та оксидів азоту в машинобудуванні здійснюється на низькому рівні. Викиди підприємств галузі до атмосфери характеризуються наявністю у них оксиду вуглецю, діоксиду сірки, різних видів

Полтавський державний аграрний університет

пилу та виважених речовин, оксидів азоту, а також шкідливих речовин типу ксилолу, толуолу, ацетону, бензину, бутилацетату, аміаку, етилацетату, марганцю, сірчаної кислоти, хрому, свинцю та ін. З найбільш небезпечних забруднюючих речовин, що викидаються до атмосфери, значна частка галузі у викиді шестивалентного хрому.

Основними джерелами забруднення атмосфери на машинобудівних підприємствах є ливарні, зварювальні та фарбувальні виробництва, цехи механічної обробки.

У ливарному виробництві повітря забруднюється головним чином пилом, окислом вуглецю, сірчаним ангідридом. Склад пилу залежить марки витоплюваної сталі. При литві під впливом теплоти рідкого металу із формувальних сумішей виділяється бензол, фенол, формальдегід, метанол та інші токсичні речовини, кількість яких залежить від складу формувальних сумішей, маси і способу отримання виливка та ряду інших факторів.

Вентиляційне повітря, що викидається із термічних цехів, забруднено парами мастила, аміаком, ціаністим воднем та ін.

Джерелами забруднень навколишнього середовища в термічних цехах є нагрівальні печі, що працюють на рідкому та газоподібному паливі. Продукти згоряння палива з печей зазвичай викидаються до атмосфери через труби без спеціального очищення.

Під час проведення зварювальних робіт до атмосфери потрапляють токсичні гази і пил. Ручне електродугове зварювання електродами із покриттями і зварювання у захисних газах плавким електродом супроводжується виділенням дрібнодисперсного пилу. Зварювальний пил на 99% складається із частинок розміром від 10^{-3} до 1 мкм, близько 1% пилу має розмір частинок 1...5 мкм, а частинок розміром понад 5 мкм – усього десяті частини відсотку. Хімічний склад забруднень, що виділяються при зварюванні, залежить переважно від складу зварювальних матеріалів (дроту, покриттів, флюсів) та меншою мірою від хімічного складу матеріалів, що зварюються.

Полтавський державний аграрний університет

Вироби перед нанесенням захисних покриттів піддають травленню розчинами сірчаної, соляної, азотної, плавикової кислот. Концентрація туманів кислот у вентиляційному потоці ванн травлення становить 25…600 мг/куб.м. Операції вороніння, фосфатування та подібні супроводжуються виділенням у повітря приміщення різноманітних шкідливих речовин. Особливою токсичністю відрізняються розчини ціанистих солей, хромової, азотної кислот та ін. Концентрації шкідливих речовин у повітрі, що видаляється від гальванічних ван, коливаються інколи у доволі значних межах. Це потребує спеціального очищення повітря перед викидом до атмосфери. Аналіз дисперсного складу туманів показав, що розмір частинок знаходиться у межах 4…6 мкм при травленні, 8…10 мкм під час хромування та 5…8 під час цинкування.

Отже очищення промислових викидів є важливим науково-технічним завданням.

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 колінчастого валу, що використовується у складі пневматичного компресора КТ-6 під час сільськогосподарського виробництва. Проведено аналіз колінчастого валу. Охарактеризовано конструкційний матеріал, надано рекомендації стосовно замінника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – крупносерійне.

2 Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано діючий технологічний процес виготовлення деталі. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні Ø88q6 мм розрахунково-аналітичним методом. На інші поверхні деталі припуски визначено довідниковим способом.

3 Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки колінчастого валу. Здійснено розрахунки зусилля різання, затиску, параметрів силового приводу.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки колінчастого валу. Вартість виготовлення заготовки масою 61 кг становить 1463 грн. Окрім того, наведено розрахунки захисного заземлення. Розглянуто вплив машинобудівного виробництва на атмосферу.

5 У графічній частині наведено складальний кресленик корпусу компресора у зборі, робочий кресленик колінчатого валу, кресленик заготовки колінчастого валу, складальний кресленик затискного пристосування для виконання операції механічної обробки.

Полтавський Державний аграрний університет