

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 виробництва корпусу крану гальмівного зворотної дії»

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]
КУЗЬМЕНКО Артем

Керівник: докт. техн. наук, професор
КОВБАСА Володимир

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Кран гальмівний зворотної дії, що розглядатиметься у даній кваліфікаційній роботі, представляє собою пристрій, за допомогою якого можливе використання стоянкового гальма для утримання на схилі автопоїзду при розгальмованому причепі.

Основними перевагами конструкції є конструкційна простота, приваблива ринкова вартість, високий рівень надійності, тривалий термін експлуатації. Саме тому розробка та удосконалення конструкцій пристроїв регулювання подачі стиснутого повітря, що застосовується у транспортних засобах сільськогосподарського виробництва, є важливою науково-технічною задачею.

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, а саме корпус, є складовою частиною крану гальмівного, що працює у складі вантажних транспортних засобів, що можуть бути використані під час сільськогосподарського виробництва.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є кран гальмівний зворотної дії, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення корпусу, що входить до його складу.

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 методом;
- сконструювати затискне пристосування для механічної обробки, а також розрахувати параметри затискача, розрахувати слабку ланку на міцність;

- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки деталі, а також запропонувати технічні та організаційні заходи із охорони праці та захисту довкілля;

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

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

У даній кваліфікаційній роботі на розгляд вноситься кран гальмівний зворотної дії (рисунки 1.1, 1.2, таблиця 1.1). Він є одним із вузлів пневматичної гальмівної системи. Має ручне керування та пристрій розгальмування.

Рисунок 1.1 – Кран гальмівний зворотної дії

Вузол призначений для використання у пневматичній гальмівній системі вантажних автомобілів, автобусів, колісних тягачів і дозволяє провести контрольну перевірку достатності ефективності гальма стоянки тягача, для утримання на ухилі всього автопоїзду при розгальмованому причепі. Керується механічно за допомогою повороту рукоятки крана і забезпечує регульований випуск стиснутого повітря із магістралі управління загасним або гальмом стоянки.

Рисунок 1.2 – Положення рукоятки крану

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика крана гальмівного зворотної дії

| № з/п. | Найменування параметра | Розмірність | Значення |
|--------|--------------------------|-------------|----------|
| 1. | Робочий тиск (не більше) | МПа | |
| 2. | Присадкувальні різьби | - | |
| 3. | Температурний інтервал | °С | |
| 4. | Маса | кг | |

Принцип роботи крану наступний. Стисле повітря від повітряного балона приводу запасних і гальм стоянки підводиться до виводу I (рисунок 1.1). При розташуванні рукоятки 1 в положенні I «Рух» і II «Гальмування» (рисунок 1.2) клапан 6 під дією пружини 7 притиснутий сіллом до торця корпусу 8, а поршень 5 під дією пружини 4 знаходиться в крайньому верхньому положенні. Стисле

повітря через канал В поступає у порожнину Г, яка сполучена через канал Д з виводом IV, управління гальмами причепа із двопровідним приводом. При повороті рукоятки 1 (рисунок 1.2) у положення III «Перевірка» похила поверхня упору 2 через гвинт 3, діючи зусилля пружини 4, переміщає поршень 5 вниз. Поршень 5 сідає на клапан 6, роз'єднуючи канал В з каналом Д і виводом IV. При подальшому русі поршня 5 відбувається відкриття клапану 6. Стисле повітря з виводу I поступає в порожнину Г, сполучену з виводом IV, і далі до клапана управління гальмами причепа. При цьому причіп розгальмовується, а тягач залишається загальмованим пружинними енергоакумуляторами. При поверненні рукоятки 1 у положення I або II дія упору 2 на поршень 5 припиняється і останній повертається у початкове положення, клапан 6 сідає сідлом на торець корпусу 8, порожнина Г роз'єднується із виводом I, а канал В сполучається з виводом IV. Гальмівний кран зворотної дії кріпиться двома гвинтами М6. Кран встановлюється у кабіні водія так, щоб забезпечувалася зручність користування рукояткою крана, а також було досить місця для приєднання до нього трубопроводів. При монтажі крану на автотранспортних засобах ущільнення трубопровідної арматури, що під'єднана до різьбових отворів М14×1,5 повинно здійснюватися за допомогою гумових елементів ущільнення. Застосування різного роду герметиків, ущільнюючих композицій не допускається.

Деталлю, що виноситься на детальний розгляд, є корпус крану (рисунок 1.3). Він є базовою деталлю для базування та закріплення інших. Для виготовлення даної деталі використовують алюмінієвий сплав АК12М2 за ДСТУ 2839-94.

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталі «Корпус» заповнюємо таблицю 1.2 (рисунок 1.3), 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 «Корпус»

| Номер поверхні деталі | Назва поверхні | Розміри з відхиленнями | Квалітет точності | Шорсткість, R_a , мкм |
|-----------------------|----------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Циліндрична | $\varnothing 37,97^{+0,039}$ | H8 | 6.3 |
| 2 | Циліндрична | $\varnothing 37,8^{+0,2}$ | H11 | 3.2 |
| 3 | Циліндрична | $\varnothing 15,97^{+0,043}$ | H9 | 6.3 |
| 4 | Торець | $25,3^{+0,33}$ | h14 | 3.2 |
| 5 | Торець | $17^{+0,12}$ | H11 | 3.2 |
| 6 | Фаска | $30^0 \pm 1^0$ | - | 3.2 |
| 8 | Фаска | $1,6 \pm 0,4 \times 30^0$ | - | 6.3 |
| 11 | Циліндрична | $\varnothing 40,1^{+0,16}$ | H11 | 12.5 |
| 12 | Циліндрична | $\varnothing 42^{+0,16}$ | H11 | 3.2 |
| 13 | Циліндрична | $\varnothing 44,5^{+0,2}$ | H12 | 6.3 |
| 14 | Циліндрична | $\varnothing 46_{-0,62}$ | h14 | 6.3 |
| 15 | Циліндрична | $\varnothing 48_{-0,18}^{-0,08}$ | d10 | 3.2 |
| 16 | Торець | $1,9^{+0,1}$ | H12 | 6.3 |
| 17 | Торець | $4,7 \pm 0,1$ | Js13 | 6.3 |
| 18 | Торець | $39,3 \pm 0,31$ | Js13 | 3.2 |
| 19 | Торець | $58^{+0,3}$ | H12 | 6.3 |
| 20 | Торець | $73,5^{+0,19}$ | H12 | 6.3 |
| 21 | Торець | $79,2^{+0,19}$ | H12 | 6.3 |
| 22 | Фаска | 300 | - | 3.2 |
| 23 | Фаска | 200 | - | 3.2 |
| 24 | Фаска | 300 | - | 3.2 |
| 25 | Торець | 23 ± 1 | $\pm IT14/2$ | 3.2 |
| 28 | Циліндрична | $\varnothing 11,97^{+0,043}$ | H9 | 1.6 |
| 29 | Торець | $29 \pm 0,26$ | Js14 | 3.2 |

Продовження таблиці 1.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-------------|-----------------------------|--------------|-----|
| 30 | Торець | $9 \pm 0,18$ | Js14 | 6.3 |
| 31 | Торець | $4,5 \pm 0,15$ | Js13 | 6.3 |
| 32 | Торець | $1,5^{+0,14}$ | H13 | 6.3 |
| 33 | Циліндрична | $\varnothing 26,2^{+0,21}$ | H12 | 6.3 |
| 34 | Циліндрична | $\varnothing 25^{+0,21}$ | H12 | 6.3 |
| 35 | Циліндрична | $\varnothing 22^{+0,13}$ | H12 | 3.2 |
| 36 | Циліндрична | $\varnothing 20^{+0,52}$ | H14 | 6.3 |
| 38 | Торець | $72_{-0,7}$ | h14 | 3.2 |
| 39 | Торець | $23,5 \pm 0,165$ | $\pm IT14/2$ | 1.6 |
| 40 | Торець | $18 \pm 0,55$ | $\pm IT14/2$ | 1.6 |
| 42 | Циліндрична | $\varnothing 20,43^{+0,22}$ | H12 | 6.3 |
| 43 | Циліндрична | $\varnothing 25$ | | 6.3 |
| 44 | Циліндрична | $\varnothing 32^{+0,62}$ | h14 | 6.3 |
| 45 | Різьба | M22×1,5 | H9 | 6.3 |
| 46 | Торець | $8_{-0,3}$ | h14 | 6.3 |
| 48 | Циліндрична | $\varnothing 10^{+0,36}$ | h14 | 3.3 |
| 49 | Циліндрична | $\varnothing 3,8^{+0,08}$ | H12 | 6.3 |

Рисунок 1.3 – Корпус

Виконавши аналіз параметрів точності деталі зроблено висновок про те, що шорсткість поверхні відповідає вимогам точності. Найточніший розмір має поверхня $\varnothing 37,97^{+0,039}$. Найнижча шорсткість $Ra = 1,6$ мкм. Деталь легко виготовляється за умов машинобудівного підприємства.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

При виготовленні деталі корпусу даного вузла в якості матеріалів застосовується алюмінієвий сплав АК12М2 ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93). Сплави для виливок розрізняють за структурою, хімічним складом, призначенням та технологією отримання [24, 57].

За хімічним складом отримання розрізняють відливки, які отримані у разових піщаних формах, в оболонкових формах, кокіль, у піщаних формах, виготовлених за газифікованими моделями, в керамічних формах, під тиском.

Хімічний склад і властивості матеріалу деталі наведені у таблиці 1.3. Також у цій таблиці наведено марку, хімічний склад та властивості матеріалу, яким можна замінити базовий матеріал.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад та механічні властивості матеріалу корпусу

| Марка матеріалу | Механічні властивості | | Масова частка хімічних елементів, % | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|----------|-------|
| | σ_b , МПа | НВ $\cdot 10^{-1}$, МПа | Al | Fe | Si | Mg | Mn | Cu | Ni | Sn | Pb | Ti | Zn |
| AK12M2 | 186 | 70 | 81 | 0,6-1 | 11-13 | 0-0,15 | 0-0,5 | 1,8-2,5 | 0-0,3 | 0-0,1 | 0-0,15 | 0-0,2 | 0-0,8 |
| AK12M2MgH | 157 | 90 | 78-88 | 0-0,8 | 11-13 | 0-0,13 | 0,3-0,6 | 1-3 | 0,8-1,3 | 0-0,02 | 0-0,1 | 0,05-0,2 | 0-0,5 |

1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попит ринку в деталях крану у кількості 700 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою:

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

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

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

$$N_{зан} = (700 + 0,04 \cdot 700) \cdot (1 + 0,025) = 746 \text{ (шт.)}.$$

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

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Конструкція крана гальмівного є не досить складною, не зважаючи на велику кількість деталей. У даному виробі основна маса деталей виготовлена безпосередньо для даного вузла. Конструкція дозволяє проводити складання без особливих зусиль. Точність деталей, практично виключає підгінні операції. При проведенні поточних технічних оглядів та ремонтів кран легко розбирається.

Точність виконання основних функціональних поверхонь забезпечує нормальне функціонування вузла.

Базові поверхні складальних одиниць, якими вони будуть установлюватися у вузол, оброблені достатньо точно, з точки зору точності та визначеності базування. Регулювання та контроль роботи також проводиться без розбирання. Складові частини мають таку конструкцію, що забезпечує задану точність розташування їх у вузлі [2].

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

Коефіцієнт стандартизації:

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

де n – загальна кількість деталей,

N_{cm} – кількість стандартних деталей.

$$C_m = \frac{6}{61} = 0,1.$$

Коефіцієнт уніфікації:

$$y = \frac{N_{yn}}{n}, \quad (2.2)$$

де n – загальна кількість деталей;

$N_{ун}$ – кількість уніфікованих деталей.

$$Y = \frac{50}{61} = 0,82.$$

Оцінка технологічності складальної одиниці за коефіцієнтами стандартизації та уніфікації проводиться із метою поліпшити технологічні властивості деталі, зменшити кількість нестандартизованих та унікальних трудомістких деталей.

Отже, конструкція даного вузла вважається технологічною та придатною для виготовлення, застосування та експлуатації.

Повні результати аналізу на технологічність деталі наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз на технологічність корпусу

| № з.п. | Показники вимог до технологічності | Висновки по показникам | Заходи щодо поліпшення технологічності |
|--------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Наявність зручних технологічних баз, які забезпечують жорстке та надійне закріплення заготовки, вільний підвід різального інструмента. | Цей показник технологічності є задовільним. Заготовка має зручні технологічні бази. | |
| 2. | Конструкція деталі повинна забезпечувати її встановлення за допомогою простих пристосувань. | Деталь має просту геометричну форму, отже цей показник є задовільним. | Конструкція деталі забезпечує її встановлення за допомогою простих пристосувань. |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|---|
| 3 | Отвори повинні бути такими, щоб їх можна було обробляти на прохід. | Дана деталь повністю відповідає даній вимозі. | - |
| 4 | У багатоопераційних верстатах з ЧПК не рекомендується обробка кутів, відмінних від 45 та 90 градусів. | Відносно цього показника деталь не повністю відповідає вимогам технологічності. | - |
| 5 | Для можливості автоматичної обробки корпусних деталей вкрай небажано застосовувати різьбові отвори М6. | У даному корпусі застосовується різьби більше М6, отже дана умова повністю виконується. | - |

Отже, можна зробити висновки, що в цілому деталь за більшістю показників є технологічною для умов автоматизованого виробництва.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення

При виготовленні заготовки корпусу крану гальмівного пропонується два методи литва: піщано-глинисті форми та під тиском. Техніко-економічне обґрунтування буде проведено пізніше.

У базовому технологічному процесі використовується універсальне обладнання, а тому і застосовується звичайний різальний інструмент.

Використання прогресивного різального інструмента дозволяє зменшити кількість переходів механічної обробки поверхонь, також зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище завдяки використанню екологічних мастил та мінімальному їх застосуванню при охолодженні зони різання.

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

2.3 Маршрути 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:

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

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 врахувати 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:

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

Можливі методи обробки поверхні деталі подано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Методи обробки деталі

| Позначення поверхні | Квалітет точності | Допуск за кресленням, мкм | Шорсткість за кресленням, Ra, мкм | Допуск заготовки, мкм | Загальне уточнення | Квалітет заготовки | Можливі маршрути обробки | | Квалітет після обробки | Досягнений допуск, мкм | Коефіцієнт уточнення | Загальне уточнення |
|---------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | | | | № переходу | Перехід МОП | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 8 | 39 | 12,5 | 280 | 7,2 | 14 | 1 | Обточування чистове | 9 | 100 | 2,8 | 7,18 |
| | | | | | | | 2 | Шліфування одноразове | 8 | 39 | 2,56 | |
| 2 | 7 | 200 | 3,2 | 240 | 1,4 | 11 | 1 | Обточування попереднє | 9 | 220 | 1,27 | 1,4 |
| | | | | | | | 2 | Шліфування одноразове | 7 | 200 | 1,1 | |
| 5 | 8 | 180 | 3,2 | 240 | 1,3 | 11 | 1 | Обточування чистове | 10 | 200 | 1,2 | 1,33 |
| | | | | | | | 2 | Шліфування одноразове | 8 | 180 | 1,1 | |
| 11 | 9 | 160 | 12,5 | 320 | 2 | 12 | 1 | Обточування чистове | 10 | 200 | 1,6 | 2 |
| | | | | | | | 2 | Шліфування одноразове | 9 | 160 | 1,25 | |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----|----|-----|-----|-----|-----|----|---|--------------------------|----|-----|------|------|
| 12 | 9 | 160 | 3,2 | 320 | 2 | 11 | 1 | Обточування чистове | 10 | 120 | 2,67 | 4,32 |
| | | | | | | | 2 | Шліфування одноразове | 9 | 74 | 1,62 | |
| 13 | 8 | 200 | 6,3 | 320 | 1,6 | 12 | 1 | Обточування попереднє | 10 | 240 | 1,33 | 1,6 |
| | | | | | | | 2 | Обточування чистове | 9 | 220 | 1,1 | |
| | | | | | | | 3 | Шліфування одноразове | 8 | 200 | 1,1 | |
| 15 | 10 | 80 | 3,2 | 320 | 4 | 14 | 1 | Обточування чистове | 12 | 110 | 2,9 | 4 |
| | | | | | | | 2 | Шліфування одноразове | 10 | 80 | 1,38 | |
| 28 | 9 | 43 | 1,6 | 220 | 5,1 | 11 | 1 | Обточування чорнове | 10 | 80 | 2,75 | 5,1 |
| | | | | | | | 2 | Обточування чистове | 9 | 43 | 1,86 | |
| 33 | 10 | 140 | 6,3 | 280 | 2 | 14 | 1 | Обточування чорнове | 12 | 180 | 1,56 | 2 |
| | | | | | | | 2 | Обточування чистове | 10 | 140 | 1,29 | |
| 34 | 10 | 210 | 6,3 | 280 | 1,3 | 14 | 1 | Обточування чорнове | 12 | 220 | 1,27 | 1,33 |
| | | | | | | | 2 | Обточування чистове | 10 | 210 | 1,05 | |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----|----|-----|-----|-----|-----|----|---|---------------------|----|-----|------|------|
| 35 | 10 | 130 | 3,2 | 280 | 2,2 | 14 | 1 | Обточування чорнове | 12 | 180 | 1,56 | 2,15 |
| | | | | | | | 2 | Обточування чистове | 10 | 130 | 1,38 | |

2.4 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки будемо на основі етапів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва та базування (рисунок 2.1, таблиця 2.3).

Рисунок 2.1 – Корпус

Таблиця 2.3 – Принципова схема маршруту обробки деталі

| № операції | Обладнання | Зміст операції |
|------------|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 | | |
| 010 | | -0,08 -0,18 |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|---|
| 015 | | |
| 020 | | |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|---|
| 020 | | |
| 025 | | |
| 030 | | |
| 035 | | |
| 040 | | |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|---|
| 045 | | |
| 050 | | |
| 055 | | |
| 060 | | |
| 065 | | |
| 070 | | |
| 075 | | |

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 поверхня $\varnothing 37,97H8^{(+0,039)}$ мм.

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

$$2z_{i, \text{при}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{r_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.3)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

r_{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 виконуються.

Правильність розрахунку перевіряється за формулою:

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

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 2.4.

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$2 \cdot z_{\text{max}} - 2 \cdot z_{\text{min}} = \delta_{\text{заг.}} - \delta_{\text{дет.}} \quad (2.5)$$

$$1301-720=620-39;$$

$$581=581.$$

На решту поверхні деталі припуски визначаються за довідниками.

Таблиця 2.4 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці $\varnothing 37,97H8^{(+0,039)}$ мм

| Технологічний перехід | Величина, що визначається, мкм | | | $2Z_{\min}$, мкм | d_p , мм | Допуск на розмір, δ , мкм | Граничний розмір, мкм | | Граничний припуск, мкм | |
|-----------------------|--------------------------------|-----|------------|-------------------|------------|----------------------------------|-----------------------|------------|------------------------|-------------|
| | R_z | H | ϵ | | | | D_{\min} | D_{\max} | $2Z_{\min}$ | $2Z_{\max}$ |
| Заготовка | | | | | | | | | | |
| Розт. чорн. | | | | | | | | | | |
| Шліфув. чист. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Отже, припуски та міжопераційні розміри розраховано вірно. Будемо схему графічного розташування припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 37,97H8^{(+0,039)}$ мм на рисунку 2.2.

Рисунок 2.2 – Графічне розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 37,97H8^{(+0,039)}$ мм

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Для операції механічної обробки корпусу розробляємо конструкцію затискного пристосування для вертикально-свердлильної операції 045 для свердління отвору $\varnothing 5F7$ із застосуванням кондукторної втулки, що виготовлена зі сталі 45 із відповідною термічною обробкою (HRC 40...45), керуючись рекомендаціями [12, 36, 38, 39]. Складальний кресленик пристосування представлено у графічній частині роботи та на рисунку 3.1.

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне для обробки корпусу

Затискне пристосування (кондуктор) складається із наступних елементів: корпус, плита, плаєць, вісь планки, планка, кондукторна втулка, рукоятка, втулка, кулачок верхній, опора, вісь кулачка, кулачок нижній, кронштейн, п'ята та стандартних кріпильних виробів.

Принцип роботи пристосування наступний. Заготовка, що підлягає обробці, за допомогою пальця, позиція 5, та п'яти 14 встановлюється в кондукторі. Після встановлення у верхній частині заготовки підводиться планка, позиція 5, що обертається по осі, позиція 4. В отвір планки встановлено спеціальну кондукторну втулку Ø10F7/p6, розмір якої відповідає розміру оброблюваного отвору. При чому встановлення кондукторної втулки здійснюється із натягом.

Жорстка фіксація деталі в пристосуванні здійснюється за допомогою верхнього та нижнього кулачків (поз. 9, поз. 12), що обертаються за допомогою рукоятки 7.

Пристосування розташовується на столі вертикально-свердильного верстата моделі 2Н125 у Т-подібних пазках. Фіксація планки під час обробки здійснюється за допомогою гвинта та гайки (поз. 9, поз. 12). Характерною особливістю кондуктора є те, що висота пальця, поз. 3, повинна дорівнювати глибині виточки у заготовці.

3.2 Розрахунок параметрів затискача

Під час визначення зусилля затиску клиноплунжерного затискача використовуємо літературні джерела [12, 36, 38, 39].

Із статичної рівноваги системи (рис. 3.2) виходить наступне:

$$Q_1 = N'; \quad P' = P - F'; \quad F' = N' \operatorname{tg} \varphi'. \quad (3.1)$$

Замінюючи F' у другій рівності (3.1) його виразом, одержуємо

$$P' = P - N' \operatorname{tg} \varphi_3' \quad \text{або} \quad P' = P - Q_1 \operatorname{tg} \varphi_3'; \quad (3.2)$$

$$Q = P[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]. \quad (3.3)$$

Рисунок 3.2 – Розрахункова схема пристосування

Аналогічно виходить, що

$$P = Q \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2}, \quad (3.4)$$

але

$$Q_1 = P \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1). \quad (3.5)$$

Після заміни P і Q_1 їх значеннями і перетворення знайдемо:

$$Q = F' \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \operatorname{tg} \varphi_3}. \quad (3.6)$$

де N' – нормальне зусилля, утворене дією Q_1 ;

F' – сила тертя на поверхні прямої плунжера, 150 Н;

$\varphi' = \arctg f'$ – кут тертя;

f' – коефіцієнт тертя.

Отже, маємо

$$Q = 150 \frac{(0,15 + 0,15)}{(1 - 0,15 \cdot 0,1)} = 45,7 \text{ (Н)}.$$

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Проаналізуємо два найбільш прийнятних методи виготовлення заготовки корпусу: литво під тиском та литво у кокіль [1, 4, 5, 30, 34, 49].

Розрахуємо собівартість виготовлення заготовки деталі.

Маса заготовки, кг, що виготовлена литвом під тиском:

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

де Q_d – маса деталі, кг ($Q_d = 0,35$ кг);

k_i – коефіцієнт використання матеріалу ($k_i = 0,96$ – при литві під тиском, $k_i = 0,76$ – при литві у кокіль).

$$Q_{заг} = \frac{0,35}{0,96} = 0,36 \text{ кг.}$$

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

$$Q_{заг} = \frac{Q_d}{k_i} = \frac{0,35}{0,76} = 0,46 \text{ кг}$$

Проведемо порівняння методів отримання заготовки за собівартістю виготовлення. Визначаємо вартість литої заготовки під тиском або у кокіль [5, 30, 49]:

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

де C_i – базова вартість 1 т. заготовок, отриманих литвом, 109000 грн. [1];

$K_T, K_{II}, K_R, K_C, K_M$ – коефіцієнти відповідно точності, програми випуску, маси вилівка, групи складності, матеріалу, що становлять відповідно 1,32; 1,13; 1,3; 1,42; 1,2 за [4, 34],

$S_{\text{вир.}}$ – вартість 1 т. відходів, 40000 грн [1].

Отже,

$$S = \left(\frac{109000}{1000} \cdot 0,36 \cdot 1,32 \cdot 1,13 \cdot 1,3 \cdot 1,42 \cdot 1,2 \right) - (0,36 - 0,35) \frac{40000}{1000} = 129,3 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо собівартість при литві у кокілі.

$$S = \left(\frac{109000}{1000} \cdot 0,46 \cdot 1,32 \cdot 1,13 \cdot 1,3 \cdot 1,42 \cdot 1,2 \right) - (0,46 - 0,35) \frac{40000}{1000} = 161,3 \text{ (грн.)}$$

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

$$E = (161,3 - 129,3) \cdot 700 = 22400 \text{ грн.}$$

Враховуючи й те, що техніко-економічні показники литва під тиском за умови однакового рівня механізації вищі (збільшення виходу годного литва на 2...8%; випуску литва на одного робітника в два-три рази більше; зниження вартості однієї тони литва на 5...15%, ніж при литві в докіль) остаточно приймаємо спосіб виготовлення заготовку корпус – литво під тиском.

4.2 Розрахунок заземлення металорізального верстату

Здійснимо розрахунок заземлення металорізального устаткування (розточувально-свердильний верстат 2254ВМФ) із застосуванням стандартної методики [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Двигун серії 4А90L2, що живиться від трифазної напруги $U=380\text{В}$, $N=3.0\text{ кВт}$. Заземлення приймаємо у вигляді вертикальних труб діаметром $d=0.032\text{ м}$ та довжиною $l=2.8\text{ м}$, які занурені в землю з відстанню до поверхні $h=0.7\text{ м}$. Труби розміщені по контуру та з'єднані полосою $40\times 4\text{ мм}$. Ґрунт приймаємо суглинок із електричним опором $\rho=110\text{ Ом}$, нормальної вологості.

Розрахунок проводимо для 2 кліматичної зони. Для обладнання потужністю 3.0 кВт по нормам допустимого опору заземлюючого пристрою $[r_a] \leq 4\text{ Ом}$.

Визначаємо опір одного вертикального заземлювача R_b Ом за формулою:

$$R_b = \frac{\rho_{\text{розр.}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left[\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right], \text{ Ом} \quad (4.3)$$

де t – відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l – довжина заземлювача, $l=2.8\text{ м}$;

$$t = h + l/2 = 0.7 + 2.8/2 = 2.1\text{ м} \quad (4.4)$$

$\rho_{\text{розр}}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{розр}} = \rho \times \psi \quad (4.5)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності, який враховує можливість підвищення опору ґрунту протягом року, приймаємо $\psi=1.6$.

Тоді:

$$R_b = \frac{17,6}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \cdot \left[\ln \frac{2 \cdot 2,8}{0,032} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,1 + 2,8}{4 \cdot 2,1 - 2,8} \right] = 55,08 \text{ (Ом)}.$$

Визначаємо орієнтоване число однакових вертикальних трубних заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_b}{[r_a]} \cdot \eta_e \quad (4.6)$$

де $[r_a]$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, попередньо приймаємо 1.

Тоді:

$$n = 55,08 / 1,0 \times 1 = 13,77.$$

Приймаємо число заземлювачів $n = 14$. Приймаємо розташування вертикальних заземлювачів по контуру із відстанню між суміжними заземлювачами:

$$2 \times 1 = 2 \times 2,8 = 5,6 \text{ (м)}.$$

Браховуючи, що коефіцієнт використання 0,66, то тоді число вертикальних заземлювачів:

$$n = 55,08 / (4,0 \times 0,66) = 20,8$$

Приймаємо $n = 21$

Довжину з'єднувальної доли розраховуємо за формулою:

$$l_n = 2 \times 1 \times n, \text{ м} \quad (4.7)$$

$$l_n = 2 \times 2,8 \times 21 = 117,6 \text{ (м)}.$$

Опір з'єднувальної полоси розраховуємо за формулою:

$$R_n = \frac{\rho'_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot l_n \frac{l_n^2}{b \cdot h'}, \text{ (Ом)} \quad (4.8)$$

де $\rho'_{розр}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальної полоси.

Розрахунковий питомий опір ґрунту визначається за формулою:

$$\rho'_{розр} = \rho \cdot \phi', \text{ Ом} \quad (4.9)$$

де ϕ' – коефіцієнт сезонності, для горизонтальних стержнів $\phi'=3$.

Тоді :

$$\rho'_{розр} = 110 \cdot 3 = 330 \text{ (Ом)};$$

b – ширина полоси, $b=0,04$ м;

h' - відстань до поверхні, $h'=0,7$ м.

Тоді опір полоси:

$$R_n = \frac{330}{2 \cdot 3,14 \cdot 117,6} \cdot l_n \frac{117,6^2}{0,4 \cdot 0,7} = 5,84 \text{ (Ом)}.$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою, Ом, з розрахунку з'єднувальної полоси за формулою:

$$R = \frac{R_b \cdot R_n}{R_b \cdot \eta_r + R_n \cdot \eta_b \cdot \eta} \quad (4.10)$$

де η_r – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів, 0,39;

η_b – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, $\eta_r = 0,66$;

n – кількість стрижнів, 21 шт.

Тоді:

$$R = \frac{55,08 \cdot 5,84}{55,08 \cdot 0,39 + 5,84 \cdot 0,66 \cdot 21} = 3,14 \text{ (Ом)}.$$

Правильно розрахований заземлюючий пристрій повинен відповідати умові:

$$R \leq [R_c]. \quad (4.11)$$

Таким чином,

$$3,14 < 4.$$

Отже, розрахунок виконаний вірно.

4.3 Зберігання, спалювання, високотемпературне сушіння відходів

Найбільш поширеним способом «безпечного» видалення відходів є їх складування у спеціальних місцях (склади, звалища, полігони). Усі вони займають величезні площі, є джерелами пилу, запахів та шуму. При цьому можливо виділити три види таких сховищ:

- відвали будівельного сміття та ґрунту;
- звалища (сховища) побутового сміття;
- сховища виробничих (спеціальних) відходів.

Внаслідок процесів, що відбуваються, та реакцій у відвалах із органічними компонентами побутових відходів відбувається утворення газів (метан, діоксид вуглецю, азот, сірководень). Газовий склад залежить від тривалості зберігання та фази бродіння. У сховищах промислових відходів мікробіологічні процеси зазвичай не спостерігаються внаслідок значної концентрації отруйних речовин (мікроорганізми просто знищуються). У сховищах можуть утворюватися отруйні або вибухонебезпечні гази, що потребує прийняття відповідних заходів безпеки.

Якщо склад (звалище) не забезпечене захистом від опадів, повеней, ґрунтових вод, то із речовин, що зберігаються, вимиваються у першу чергу продукти бродіння та гниття. Велика небезпека забруднення підземних вод.

Більш переважним є спалювання (термоліз) відходів (у розвинених регіонах Західної Європи спалюється до 50% усіх відходів), що суттєво знижує обсяг відходів, руйнує горючі матеріали та органічні з'єднання (шлаки та зола становлять менше 10% початкового об'єму відходів, а за масою – не більше 30%). Але навіть при спалюванні відходів у спеціально для цього облаштованих печах неможливо виключити проникнення у довкілля шкідливих речовин, у тому числі новоутворених. Продукти спалювання сміття (шлаки, зола, димові гази) містять неорганічні та органічні речовини і тому вимагають особливої переробки, щоб виключити небезпеку для довкілля.

В димових газах при спалюванні відходів у спеціальних печах міститься пил, шкідливі газоподібні речовини, вид та кількість яких у неочищених газах, що відходять, залежить від складу відходів, конструкції топки, умов роботи усього комплексу зі спалювання. Пристрої для очищення диму (електрофільтри, тканинні фільтри, промівні установки) повинні ефективно видаляти шкідливі речовини, що супроводжується суттєвими складнощами.

Інколи для видалення газоподібних забруднень потік газоподібних відходів пропускають крізь промізні установки. При цьому проблема появи стічних вод вирішується за допомогою використання «сухих систем очищення газів», основною складовою яких є гашене (негашене) вапне або вапняк. Водні розчини (або суспензії) цих матеріалів розпилюють у потоці викидів газів, що призводить до нейтралізації кислотних газів, а після випаровування води в установці залишаються лише кальцієві солі мінеральних кислот.

Найпростішою спорудою для спалювання заражених відходів може слугувати траншея у ґрунті глибиною 75 см та шириною до 100 см. На висоті 40 см від низу облаштовують колосники (металеві трути). Під колосниками розташовують горючий матеріал, а зверху – відходи. Сирі відходи попередньо змішують із сухим

сміттям. У середньому для випаровування 1 кг відходів необхідно до 1300 ккал/кг, а для спалювання органічної маси – понад 6000 ккал/кг.

Високотемпературне сушіння може не лише знезаразити відходи, але й зніщити неприємних запах, а інколи висушені відходи можуть бути використані у якості вторинної сировини або добрив. Щільність висушених відходів у кілька разів менше, ніж сирих. Необхідно відмітити відносну вартість цього способу. Потрібне створення спеціальних цехів, розміщення сушарок, транспортуючих пристроїв, подрібнювачів маси, спеціальних печей, циклонів (для відокремлення газоподібної фракції), димососів, вентиляторів.

Отже, нами було наведено деякі способи поводження із відходами, які можуть бути використані, але й вони не є панацеєю для довкілля.

ВИСНОВКИ

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

1. Визначено службове призначення крану гальмівного зворотної дії. Проведено аналіз деталі, що є складовою крану, а саме корпусу. Охарактеризовано конструкційний матеріал цієї деталі, надано рекомендації стосовно замітника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – середньосерійний.

2. Відпрацьовано на технологічність вузел та його деталь. Проаналізовано діючий технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь корпусу крана. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\varnothing 37,97H8^{(+0,039)}$ мм розрахунково-аналітичним методом, наведено їх графічне зображення.

3. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки свердлінням корпусу крану. Здійснено розрахунок параметрів клиноплунжерного затискача.

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки корпусу крану. Річний економічний ефект для програми випуску 700 шт. склад 22400 грн. Здійснено розрахунок заземлення металорізального обладнання. Окрім того, визначено особливості зберігання, спалювання та високотемпературного сушіння відходів для зменшення рівня їх шкідливості докілью.

5. У графічній частині роботи наведено складальний кресленик крану гальмівного, кресленик корпусу, кресленик заготовки корпусу, складальний кресленик пристосування для виконання свердлильної операції на металорізальному верстаті.