

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 машинобудівного виробництва
корпусу шнекового вузла вовчка переробки харчової сировини»

КРБ.133ГМбд_31[2].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_31[2]
ПАЛІЙВЕЦЬ Павло

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ПЕТРАШ Олександр

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Як відомо, під час виготовлення фаршу та різних виробів із м'яса, у тому випадку ковбасних виробів, незамінним обладнанням є м'ясорубка-вовчок. Така промислова машина застосовується для подрібнення шматків м'яса, а головна відмінність від звичайних побутових м'ясорубок полягає у тому, що вона має більші габаритні розміри та володіє більшою потужністю. Звісно, промислові вовчки характеризуються високим рівнем продуктивності. Вони можуть працювати цілодобово. При цьому надійно слугувати не один рік поспіль.

М'ясорубка-вовчок може використовуватися не тільки для переробки м'яса, а також риби, овочів, морепродуктів. При цьому потужність м'ясорубок дозволяє переробляти не тільки свіжу продукцію, але й заморожену.

Висока продуктивність цих м'ясорубок дає можливість застосовувати їх як у невеликих м'ясних цехах, так і на крупних виробництвах. Різальні механізми м'ясорубок-вовчків мають конструкцію, що дозволяє змінювати різальний інструмент, виходячи із вимог технології виготовлення продукту. Для виготовлення вузлів, що контактують із сировиною, застосовується високоякісна харчова нержавіюча сталь.

Саме тому розробка та удосконалення деталей машин та обладнання переробної галузі є важливою науково-технічною задачею [32].

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, а саме корпус, є складовою частиною шнекового вузла вовчка, що призначений для переробки сировини тваринного походження.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є шнековий вузол вовчка для подрібнення м'яса, 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 визначити зусилля затиску, розрахувати параметри силового приводу, 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 виноситься шнековий вузол вовчка для переробки м'яса та м'ясопродуктів під час виробництва фаршу, а також ковбасних, інших м'ясних виробів (рисунок 1.1, таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика шнекового вузла

№ з.п.	Найменування параметру	Розмірність	Значення
1	Швидкість обертання шнеків: - подачі; - робочого	об/хв	410 320
2	Потужність електродвигуна приводу	кВт	22
3	Маса	кг	800
4	Габаритні розміри	мм	1420×870×800

Вовчок складається із наступних основних частин: живильна частина, куди входять завантажувальна чаша із встановленим всередині конусним подаючим шнеком; ріжучий механізм, куди входять ножі та набір решіток; циліндр з внутрішніми спіральними ребрами; притискна гайка, що служить для регулювання зазору між ножами і решітками подрібнюючого механізму; приводна частина подаючого конусного шнека; пульт керування; привод робочого шнека.

Корпус вовчка виконаний безкаркасним сумісно із чашею на чотирьох віброопорах. Корпус вовчка має міцну основу для закріплення приводу. На корпусі встановлений кожух, що закриває доступ до різального інструменту і відкидний майданчик обслуговування, що закріплені до корпусу і мають електричне блокування.

Рисунок 1.1 – Шнековий вузол:

1 – рама; 2 – редуктор; 5 – корпус; 6 – шпонка; 7 – шків; 9 – болт;
10 – гайка; 11, 12 – шайба; 13 – штифт

Привод робочого шнеку є безредукторним і складається із електродвигуна та клинопасової передачі. Привод подаючого конусного шнека складається із мотор-редуктора із двошвидкісним електродвигуном і ланцюгової передачі. Чаша зварюється з бічними стінками. Корпус робочого шнека кріпиться болтами до фланця чаші. Остання має два бокових щита. На передній стінці закріплені пульт керування, поворотний кожух та відкидний майданчик обслуговування. На задній стінці закріплено важільний виштовхувач робочого шнека. Жиловане безкісткове м'ясо в шматках масою не більше 1,5 кг подається до завантажувальної чаші, звідки конусним шнеком воно передається робочому шнеку і далі транспортується до зони різального механізму. У ньому сировина оброблюється до заданого

ступеня подрібнення, що забезпечується встановленням необхідного набору ножів та решіток.

Загалом вовчок відрізняється простотою конструктивного виконання, зручністю обслуговування та проведення ремонтів. Його механізми є доступними для санітарної обробки завдяки простоті демонтажу робочих органів.

Деталлю, що виноситься на детальний розгляд, є корпус (рисунок 1.2).

Корпус призначений для розташування у ньому робочих органів (шнеків). Дана деталь відноситься до класу корпусних виробів. Має складну форму. Для його виготовлення використовується матеріал, що володіє ливарними властивостями, а саме сталь марки 18ХН10Т за ДСТУ 9029:2020.

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталі «Корпус» 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 «Корпус»

Назва поверхні (елемента)	Розміри з відхиленнями	Квалітет точності	Точність		Шорсткість, Ra, мкм
			Форми	Розміщення	
Торець	530 _{-1,75}	14	-	-	R _z 100
Циліндрична поверхня	φ138±3,2	14	-	-	R _z 100
Внутрішня поверхня	255±4,0	14	-	-	3,2
Торець	412±4,5	14	-	-	R _z 100

Рисунок 1.2 – Корпус

Продовження таблиці 1.2

Назва поверхні (елемента)	Розміри з відхиленнями	Квалітет точності	Точність		Шорсткість, Ra, мкм
			Форми	Розміщення	
Торець	113 _{-0,87}	14	-	-	R _z 100
Торець	159 _{-1,0}	14	-	-	R _z 100
Отвір	∅130 ^{+0,25}	11	0,03	-	3,2
Торець	97±0,2	14	-	-	R _z 100
Різьба внутрішня	M12	7	-	-	3,2
Фаска	1,6×45°	14	-	-	3,2
Різьба внутрішня	M10	7	-	-	3,2
Різьба внутрішня	M16	7	-	-	3,2
Отвір	∅30	14	-	-	3,2
Торець	50±2,5	14	-	-	R _z 100
Внутрішня поверхня	325±4,0	14	-	-	3,2
Торець	22 ^{+0,52}	14	-	0,05	3,2
Отвір	∅92 ^{0,035}	7	-	0,05	1,6
Отвір	∅160 ^{0,25}	11	-	0,05	1,6
Отвір	∅15	14	-	-	6,3
Торець	95±2,8	14	-	-	R _z 100
Торець	430±4,5	14	-	-	12,5

Виконавши аналіз параметрів точності деталі зроблено висновок про те, що шорсткість поверхонь відповідає вимогам точності. Найточніший розмір мають поверхні отворів за 7 квалітетом. Найнижча шорсткість за значенням Ra 1,6 мкм. Деталь легко виготовляється за умов машинобудівного виробництва.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Корпус виготовлено із нержавіючої сталі 18ХН10Т за ДСТУ 9029:2020. Даний матеріал є найбільш поширеним на ринку України серед «нержавійок». Він є стійким проти корозії, впливу хімічно активних речовин. Матеріал володіє високою міцністю та легко оброблюється. Таке оптимальне поєднання високих експлуатаційних властивостей, доступної вартості дозволяє його використовувати у різних галузях, починаючи від інженерії низьких температур, нафтопереробки та закінчуючи виробництвом алкогольних напоїв [24, 37].

Хімічний склад даного залізвуглецевого сплаву безпосередньо впливає на його фізичні та технічні властивості. Значна кількість хрому надає сплаву корозійної стійкості, а також переводить його до категорії харчових нержавіючих матеріалів. Нікель суттєво підвищує стійкість до кислот та інших хімічно активних речовин. Титан у складі надає матеріалу додаткової механічної міцності та покращує якість зварного шву.

Технічні характеристики наступні: допустиме напруження 184 МПа при температурі 20°C. Межа текучості знаходиться в межах від 196 до 235 МПа. Твердість становить HB 179. Щільність сталі – 7920 кг/м³.

Хімічний склад базового матеріалу та його можливої заміни та механічні властивості наводимо у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

Матеріал	C,%	Si,%	Ti,%	Ni,%	S,%	P,%	Cr,%	Fe
18ХН10Т	До 0,12	До 0,8	1,5	10	0,02	0,035	18	67
AISI 321	До 0,12	До 1,0	0,5	9-12	0,03	0,045	18	65

1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попит ринку в корпусі вовчка у кількості 180 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою:

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

де $N_{вин}$ – 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.

$$N_{зан} = (180 + 0,04 \cdot 180) \cdot (1 + 0,025) = 192 \text{ (шт.)}.$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей вузла не перевищує 300 кг, тому за [34] визначаємо тип виробництва – дрібносерійне.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

При аналізі вузла на технологічність необхідно перевірити його за рядом факторів. Якщо вузол за яким-небудь параметрами не відповідає вимогам технологічності, то необхідно (по можливості) вжити заходів із поліпшення конструкції. Нижче перераховані основні вимоги до технологічності.

Вузол має у своєму складі багато стандартних та уніфікованих деталей, що значно спрощує його виготовлення. Наглядно це можна представити у вигляді коефіцієнтів стандартизації та уніфікації:

Коефіцієнт стандартизації:

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

де n – загальна кількість деталей,

N_{cm} – кількість стандартних деталей.

$$Cm = \frac{28}{67} = 0,42.$$

Коефіцієнт уніфікації:

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

де n – загальна кількість деталей;

N_{yn} – кількість уніфікованих деталей.

$$Y = \frac{30}{67} = 0,45.$$

Оцінка технологічності складальної одиниці за коефіцієнтами стандартизації та уніфікації проводиться із метою поліпшити технологічні властивості деталі, зменшити кількість нестандартизованих та унікальних трудомістких деталей [23].

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

Технологічність конструкції корпусу суттєво впливає на технологічність процесу виготовлення даної деталі. Ця деталь повністю відпрацьована для виготовлення в умовах дрібносерійного виробництва, оскільки витрати на налагодження верстатів будуть порівняно невисокі з економією матеріалу. Основні та спеціальні вимоги до технологічності деталі заносяться до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз на технологічність корпусу

№ з.п.	Показники і вимоги до технологічності	Висновки за показниками технологічності	Заходи з покращення технологічності
1	2	3	4
1	Необхідна наявність зручних технологічних баз, які забезпечують необхідну орієнтацію і надійне закріплення заготовки.	Деталь має зручні технологічні бази: на першій операції механічної обробки – отвір та уступи нижньої площини, на подальших операціях – нижня площина деталі. Таким чином, забезпечується необхідна орієнтація і надійне закріплення заготовки.	Не потрібні.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
2	Конструкція деталі повинна дозволяти установку і закріплення її простими пристроями.	Конструкція деталі дозволяє установку і закріплення її простими пристроями: пневматичними або ручними лещатами.	Не потрібні.
3	Отвори в деталі повинні бути такими, щоб їх можна було обробити на прохід.	Деталь не має глухих отворів.	Не потрібні.
4	У деталях необхідно уникати отворів $L > 8 \dots 10D$	У даному випадку такі отвори відсутні.	Не потрібні.
5	Розміри розташування отворів повинні допускати багатошпіндельну обробку, для цього відстань між осями повинна бути не менше, ніж 30...40 мм.	Розміри розташування отворів допускають багатошпіндельну обробку.	Не потрібні.
6	Не бажана наявність глухих шліфованих поверхонь.	Деталь не має глухих шліфованих поверхонь.	Не потрібні.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
7	Не потрібно застосовувати дрібні різьбові отвори.	У конструкції деталі застосовуються отвори М10, але збільшити діаметр не дозволяє конструкція.	Не потрібні.
8	Припуски на заготовку повинні бути мінімальні.	Припуски на заготовку мінімальні.	Не потрібні.
9	При аналізі креслення необхідна перевірка співвідношення між допуском і шорсткістю.	При проведенні аналізу креслення виявлено, що співвідношення між полями допусків та шорсткістю є задовільними.	Не потрібні.
10	Для автоматизованого складання необхідно застосувати елементи для самовстановлення і центрування поверхонь	Конструкція корпусу має елементи для самовстановлення і центрування поверхонь – фаски, заокруглення.	Не потрібні.

Розглянувши таблицю 2.1, можна зробити висновки, що в цілому деталь за більшістю показників є технологічною для умов автоматизованого виробництва. Усі основні технологічні вимоги є забезпеченими.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення

При аналізі діючого технологічного процесу видно, що він розроблений вірно і до нього важко зробити які-небудь значні доповнення. Єдине, що не задовольняє то це те, що даний технологічний процес написаний для масового типу виробництва, а при сьогоденній економічній ситуації недоцільно налагоджувати виробництво на масовий тип. Асортимент продукції постійно змінюється, а тому основною задачею є перехід на серійний тип виробництва. Це означає, що обов'язково необхідно зробити зміни у технологічному обладнанні. У базовому технологічному процесі використовуються переважно агрегатні верстати, що мають значну вартість, більшу собівартість налагодження та дуже велику складність переналагодження на іншу продукцію (практично неможливе). Тому необхідно замінити всі агрегатні верстати на верстати із ЧПК. З одного боку це дещо збільшить час на обробку деталей, але у порівнянні з витратами на підготовку виробництва – дасть значний економічний ефект. Крім того, при сьогоденній нестабільності у економіці та виробництві, при зміні асортименту продукції, що випускається, переналагодження верстатів не буде викликати особливих витрат.

Крім зміни технологічного обладнання є іще одне зауваження. На одній із базових операцій здійснюється свердління ступінчастого отвору під масловказівний щуп за два переходи. Більш доцільно буде свердлити цей отвір за один прохід – ступінчастим свердлом.

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:

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

де ε – загальне значення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

n – число ступенів обробки;

$T_3, T_{\text{д}}, T_i$ – 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:

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

2.4 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі будуємо на основі етапів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва та базування (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Принципова схема маршруту обробки корпусу

№ операції	Зміст операції	Обладнання
1	2	3
005 Фрезерна	Поздовжньо-фрезерний з ЧПК мод. 6Г608.	Фрезерувати поверхні у розмір 118 ± 1 мм, $159^{+0,5}$ мм, $537_{-1,75}$ мм.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
010 Фрезерна	Поздовжньо-фрезерний з ЧПК мод. 6Г608.	1. Фрезерувати згідно програми, витримуючи розмір 113 _{-0,5} . 2. Фрезерувати фаску 60°.
015 Розточувальна	Горизонтально-розточувальний з ЧПК мод. W100.	1. Фрезерувати у розмір 430 мм. 2. Розточити 2 отвори $\phi 92H7$ мм. 3. Розточити 2 отвори $\phi 130H11$ мм. 4. Точити розмір 162 ₋₁ .
020 Свердлильна	Вертикально-свердлильно-фрезерно-розточувальний із ЧПК мод. 245АФ2.	1. Свердлити 4 отв. $\phi 10,5$. 2. Зняти 4 фаски 1,6×45. 3. Нарізати різьбу 4 отв. M12-7H,1. 4. Свердлити 6 отв. $\phi 8,5$. 5. Зняти 6 фасок 1,6×45. 4. Нарізати різьбу 6 отв. M10-7H,2. 5. Свердлити 4 отв. $\phi 15$. 6. Свердлити 2 отв. $\phi 8$.
025 Свердлильна	Вертикально-свердлильно-фрезерно-розточувальний із ЧПК мод. 245АФ2.	1. Свердлити 2 отв. $\phi 30,1$. 2. Свердлити 3 отв. $\phi 14$. 3. Зняти 2 фаски 2,5×45. 4. Нарізати різьбу 2 отв. M16-7H.

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 $\varnothing 92H7(^{+0,03})$ 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 2.3.

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

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

$$2100-930=1200-30;$$

$$1170=1170.$$

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідниковими таблицями.

Таблиця 2.3 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці Ø92H7 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	ρ	ε_y				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	200	100	90	-	-	91,004	1200	89,90	91,1	-	-
Розточування чорнове	92	92	5	-	780	91,784	190	91,60	91,79	690	1700
Розточування чистове	20	20	3	-	210	91,994	46	91,90	91,95	160	300
Тонке розточування	5	5	-	-	86	92,03	30	92,0	92,03	80	100
Сума										930	2100

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Для операції механічної обробки корпусу розробляємо конструкцію затискного пристосування для операції розточувальної обробки на верстаті моделі W100 (горизонтально-розточувальний із ЧПК), керуючись рекомендаціями [12, 36, 38, 39]. Складальне креслення пристосування представлено у графічній частині роботи та на рисунку 3.1.

При розробці дотримувалися наступні вимоги до пристосування:

- забезпечення необхідної точності деталі, що оброблюється;
- забезпечення необхідної продуктивності;
- економічна доцільність (затрати на виготовлення пристосування повинні окупляться зниженням собівартості обробки);
- забезпечення зручної експлуатації та ремонтпридатності;
- забезпечення безпеки праці;
- деталі пристосування повинні бути по можливості нормалізовані та стандартизовані для зменшення вартості пристосування.

Пристосування складається з плити, на якій установлені кулачки. На упори які встановлюється деталь. У плиті встановлені втулки, що служать для спрямування чотирьох штанг. Штанги з'єднані з пневмоприводом і призначені безпосередньо для затиску деталей. При переміщенні штанг вниз забезпечується затиск деталі, при переміщенні вгору деталь звільняється.

До пристосування входять наступні деталі: 1 – штанга; 2 – втулка (4 шт.); 3 – кулачок (4 шт.); 4 – штифт (4 шт.); 5 – планка (2 шт.); 6 – упор (2 шт.); 7, 8 – планка; 9 – плита; 10 – стійка; 11 – ребро (3 шт.); 12 – планка. Серед стандартних виробів необхідно відмітити наступні: 14 – болт М14 (4 шт.); 15 – болт М24 (5 шт.); 16 – шайба 12 (4 шт.); 17 – шайба 24 (5 шт.); 18 – шайба пружинна (5 шт.).

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне

3.2 Розрахунок зусилля затиску

Під час визначення зусилля затиску використовуємо літературні джерела [12, 36, 38, 39] та схему, зображену на рисунку 3.2.

Рисунок 3.2 – Розрахункова схема

Складемо схему діючих сил і визначимо з неї силу, яка необхідна для затиску W .

На даній операції максимальна сила різання P_z при розточуванні верхньої площини деталі.

Сила P_z намагається виштовхнути заготовку паралельно площині закріплення. Складемо рівняння рівноваги у вигляді $\sum F_{iy}$:

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

$F_{TP} = W \cdot f$, де f – коефіцієнт тертя.

Тоді рівняння (3.1):

$$W \cdot f - K \cdot P_z = 0.$$

Звідки

$$W = \frac{K \cdot P_z}{f},$$

де $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ - коефіцієнт запасу.

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

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

$K_2 = 1,12$ – коефіцієнт, який враховує затуплення РІ;

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при перервному різанні;

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

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

$K_6 = 1,0$;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя.

Тоді K дорівнює:

$$K = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,12 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 2,1.$$

На даній операції максимальна сила різання P_z при обробці деталі розточуванням визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.2)$$

де t – глибина різання, 1,0 мм;

S – подача, 0,3 мм/об;

V – швидкість різання, м/хв;

K_p – загальний поправковий коефіцієнт, 1,1.

C_p, x, y, n – коефіцієнт та показники ступеня, обираємо з таблиць довідників.

Визначаємо силу різання:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 1 \cdot 1,1 = 909,6 \text{ (Н)}.$$

Отже, сила затиску:

$$W = \frac{909,6 \cdot 2,1}{0,1} = 19102 \text{ (Н)}.$$

3.3 Розрахунок параметрів силового приводу

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

Для даного пристосування можна записати:

$$Q = \frac{W}{i}, \quad (3.3)$$

де i – передавальне відношення сил, що характеризує конструктивні параметри механізму. Для даного пристосування $i=4$.

З урахуванням цього зусилля $Q = W/4 = 19102/4 = 4776 \text{ (Н)}$.

Знайдемо діаметр поршня пневмоциліндра:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p}{4} \cdot \eta, \quad (3.4)$$

з цієї формули визначимо значення діаметра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}. \quad (3.5)$$

де D – діаметр поршня;

$\eta=0,9$ – ККД пневмоциліндра;

$p=0,6$ МПа – тиск, що подається у пневмоциліндр.

Обчислимо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4776}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 0,9}} = 106,1 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо стандартний діаметр $D=125$ мм.

3.4 Розрахунок слабкої ланки

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

$$\sigma_p = \frac{Q}{A_p} \leq [\sigma]_p \quad (3.6)$$

де σ_p – діюче напруження розтягу, МПа;

A_p – площа навантаженого перерізу, м²;

$$A_p = \frac{3,14 \cdot (20,9 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 343 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{)}. \quad (3.7)$$

Отже,

$$\sigma_p = \frac{19102}{343 \cdot 10^{-6}} = 55,7 \text{ (МПа)}.$$

Так як, діюче напруження становить 55,7 МПа, а допустиме 110 МПа, то можна зробити висновок, що шток із різьбою має достатню міцність.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Проаналізуємо два найбільш прийнятних методи виготовлення заготовки корпусу вовчка для подрібнення м'яса: 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 ($Q_{\text{д}} = 83,6$ кг);

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

$$Q_{\text{заг}} = \frac{83,6}{0,6} = 139,3 \text{ (кг)}.$$

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

$$Q_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{д}}}{k_i} = \frac{83,6}{0,7} = 119,4 \text{ (кг)}.$$

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, $C_{\text{бв}}=250000$ грн. [1];

$C_{\text{вх}}$ – вартість 1т відходів, $C_{\text{вх}}=65000$ грн. [1].

Коефіцієнти за [4, 34]:

а) залежно від точності: $K_{\text{ТВ}}=1,0; 1,32$;

б) залежно від маси виливка: $K_{\text{ПМВ}}=0,81$;

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

г) залежно від матеріалу: $K_{\text{МВ}}=1,04$;

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

Визначаємо собівартість при литві у піщано-глиняні форми:

$$C_{\text{в}}=0,001(250000 \cdot 139,3 \cdot 1,0 \cdot 0,81 \cdot 0,94 \cdot 1,04 \cdot 1 - (139,3 - 83,6) \cdot 65000) = 23956 (\text{грн.})$$

Визначаємо собівартість при литві в кокіль:

$$C_{\text{в}}=0,001(250000 \cdot 119,4 \cdot 1,32 \cdot 0,81 \cdot 0,94 \cdot 1,04 \cdot 1 - (119,4 - 83,6) \cdot 65000) = 28874 (\text{грн.}).$$

Таким чином, порівнюючи отримані значення ціни виливка, видно, що з економічної сторони, нам вигідно застосовувати литво у піщано-глиняні форми із машинним формуванням. Економічний ефект у цьому випадку буде становити:

$$E = (28874 - 23956) \cdot 180 = 885240 \text{ грн.}).$$

Остаточню приймаємо спосіб виготовлення виливка деталі – литво в піщано-глиняні форми із машинним формуванням.

4.2 Розрахунок загального освітлення

Проведемо розрахунок загального освітлення цеху лампами ДРЛ 250. Даний розрахунок має на меті визначення кількості світильників, що забезпечують необхідне значення освітленості [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Розраховуємо загальне рівномірне освітлення приміщення $36 \times 36 \times 10$ м з освітленістю 200 лк. Коефіцієнти відбиття: підлоги – 50%, стін – 30%, стелі – 10%.

В залежності від способу визначення світлового потоку розрізняють два методи розрахунку: коефіцієнта використання і точковий. Метод коефіцієнта використання дозволяє забезпечити середнє освітлення поверхні з врахуванням всіх падаючих на неї потоків, як прямих, так і відображених. Його застосовують для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь.

Необхідний світловий потік однієї лампи розраховується за формулою:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot z}{\eta \cdot N}; \quad (4.3)$$

звідки визначимо необхідну кількість ламп:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot z}{\eta \cdot \Phi}; \quad (4.4)$$

де $E_n = 200$ лк – значення нормативного освітлення цехів;

$k = 1,5$ – коефіцієнт запасу (для ламп ДРЛ);

$S = 1296$ м² – площа приміщення, що освітлюється (механічне відділення);

$z = 1,15$ – коефіцієнт номінального освітлення.

Коефіцієнт використання η знаходять, попередньо визначивши індекс приміщення i за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}, \quad (4.5)$$

де a , b – довжина та ширина цеху відповідно: $a = 36 \text{ м}$, $b = 36 \text{ м}$;

h – розрахункова висота:

$$h = H - h_r, \quad (4.6)$$

де $H = 10 \text{ м}$ – висота від підлоги до ферми;

$h_r = 1,2 \text{ м}$ – висота від підлоги до робочого місця.

Тоді маємо, що

$$h = 10 - 1,2 = 8,8 \text{ (м)}.$$

Індекс приміщення дорівнює

$$i = \frac{36 \cdot 36}{8,8 \cdot (36 + 36)} = 2,01.$$

Знаходимо коефіцієнт використання $\eta = 0,59$.

Світловий потік ламп ДРЛ-250 становить $\Phi = 13500 \text{ (лк)}$.

Тоді знаходимо необхідну кількість ламп:

$$N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 1296 \cdot 1,15}{0,59 \cdot 13500} = 56 \text{ (шт)}.$$

Приймаємо для освітлення цеху 28 світильників по 2 лампи ДРЛ-250, які розташовуємо по сітці на всій території цеху.

4.3 Основні напрямки природокористування

Прикладом об'єктивного використання природних ресурсів є екологічний раціоналізм. Це, за сутністю, обґрунтоване природокористування на основі раціональної достатності та соціально-економічної доцільності. Природокористування повинно раціонально поєднуватися із оздоровленням довкілля – природного та техногенного світу.

Оздоровлення довкілля повинно передбачати збереження, відновлення та раціональне використання природних ресурсів. Головними задачами екологічного оздоровлення довкілля є збереження природних ландшафтів та їх біоценозу, відновлення чистоти повітряного та водного басейнів, науково-обґрунтоване землекористування, відтворення відпрацьованих запасів корисних копалин знов розвіданими та ліквідація відходів.

Другими екологічними напрямками сталого розвитку суспільства у цілому та оздоровлення довкілля є:

- прогнозування та профілактика негативних екологічних та соціально-політичних наслідків;
- екологізація проєктів і технологічних процесів, що пов'язані із природокористуванням;
- екологічна безпека людини та захист навколишнього середовища від техногенного впливу, соціальних порушень та природних катаклізмів;
- збереження та відновлення екологічної рівноваги та екологічної стабільності;
- повна переробка існуючих відходів та перехід на безвідходні екологічно чисті технології.

Вирішення екологічних проблем та раціональне поєднання екології з економікою – це основа ефективного природокористування.

ВИСНОВКИ

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

1. Визначено службове призначення вузла, винесеного на розгляд. Проведено аналіз деталі, що є складовою шнекового вузла, а саме корпусу. Охарактеризовано конструкційний матеріал цієї деталі, надано рекомендації стосовно замітника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – дрібносерійний.

2. Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано діючий технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь корпусу. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\varnothing 92H7$ мм розрахунково-аналітичним методом.

3. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки розточуванням корпусу. Здійснено розрахунок зусилля затиску, а також параметрів силового приводу. Розраховано слабку ланку на міцність.

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки корпусу вовчка. Річний економічний ефект для програми випуску 180 шт. склав 885240 грн. Окрім того, здійснено розрахунок загального освітлення виробничого приміщення. Приділено увагу основним напрямкам природокористування.

5. У графічній частині роботи наведено складальний кресленик шнекового вузла вовчка, кресленик корпусу, кресленик заготовки корпусу, складальний кресленик пристосування для виконання операції механічної обробки розточуванням.