ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра галузеве машинобудування

Пояснювальна записка

до *кваліфікаційної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Розподільча коробка перетворення
та передачі обертового руху комбайна»

КРБ.133ГМбд_21[1].12.00.00.000 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]*
ЦИБУЛЬКО Володимир

Керівник: докт. техн. наук, професор
КОВБАСА Володимир

Полтава – 2022 року

ВСТУП

Сільське господарство вимагає різноманітного обладнання, що дозволить суттєво підвищити продуктивність людської праці. Процес збирання врожаю є досить трудомістким та виснажливим. Саме тому комбайн є інноваційною машиною, що полегшить даний процес. Його використанню передують роботи, пов'язані із проектуванням та виготовленням. Це завдання лягає на плечі машинобудівної галузі [3-7, 13].

Машинобудування покликано випускати системи та комплекси машин, обладнання та приладів вищого техніко-економічного рівня, що забезпечують корінні зміни в технології, організації виробництва, підвищенні продуктивності праці, зниженні матеріаломісткості та енергомісткості, покращенні якості продукції та зростання фондовіддачі. Машинобудування є осердям індустрії. Безперервне удосконалення та розвиток цієї галузі пов'язано з прогресом у верстатобудуванні, так як верстати разом з іншими технологічними машинами забезпечують виготовлення інших нових машин та верстатів.

Розподільча коробка, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, є складовою частиною комбайну. Вона перетворює передачу обертового моменту від електричного двигуна на робочі органи та насоси. Представляє собою редуктор, в середині якого розташовані зубчасті колеса із прямим профілем зубців.

Отже, **мета** роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є розподільча коробка перетворення та передачі обертового руху комбайну, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення корпусу та валу.

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

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності охарактеризувати конструкційні матеріали, 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 складових частин, запропонувати маршрут обробки поверхонь корпуса і вала, а також визначити припуски та операційні розміри розрахунково-аналітичним та довідниковим методами;

- сконструювати затискне пристосування та здійснити його розрахунок;

- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки вала і корпуса, здійснити інженерний розрахунок штучного освітлення машинобудівного цеху, відмітити особливості моніторингу стану навколишнього середовища;

- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб галузевого машинобудування.

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Розподільча коробка (рисунок 1.1) комбайна призначена для перетворення та передачі обертового моменту від двигуна на рушії, шестеренні насоси гідросистеми та системи змащування, а також насоси. Вона являє собою редуктор із прямозубими циліндричними колесами постійного зачеплення. У картері розподільчої коробки закріплюються шестірні приводу насосів гідравліки.

Рисунок 1.1 – Розподільча коробка:

1, 10 – корпус; 2, 9, 14 – вал; 3, 20 – кільце; 4, 7, 16 – втулка; 5 – блок зубчастий;

6, 12, 13 – шестерня; 8 – стакан; 11 – кришка; 15 – муфта; 17 – гайка;

18 – шайба; 19 – шпилька; 21–26 – підшипник

Полтавський державний аграрний університет

Технічна характеристика розподільчої коробки наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика розподільчої коробки

№ з.п.	Параметр	Розмірність	Значення
1	Потужність на тихохідному валу	кВт	7,74
2	Загальне передавальне число	-	2,31
3	Обертовий момент на тихохідному валу	Н·м	632,87
4	Частота обертання швидкохідного валу	об/хв.	1460
5	Габаритні розміри (L×B×H)	мм	1040×210×375
6	Маса	кг	55,0

На ведучому валу коробки встановлена рухома муфта для перемикання виду руху та зубчасте колесо приводу двох шестеренних насосів. На шліцах проміжних валів встановлені зубчасті колеса. На крайніх валах на шліцах встановлені шестірні, вмикання яких забезпечує зміну напрямку руху комбайна. Перемикання здійснюється за допомогою вилок, що з'єднані з повідковими валиками.

Корпус розподільчої коробки (рисунок 1.1, позиція 1) відлитий з алюмінієвого сплаву АЛ4 ДСТУ 2839-94 [16, 36], має розточки для розміщення підшипникових вузлів, валів, приводів, механізмів. Він являє собою корпусну деталь. Призначений для розміщення в ньому ведучого, проміжних та ведених валів, а також кріплення корпусів насосів та інших деталей. У складі вузла корпус сприймає значні навантаження та є найбільш відповідальною деталлю розподільчої коробки. Найбільш відповідальними є поверхні для розміщення в них підшипникових вузлів. Вони оброблюються за 7 квалітетом. Конструктивною та вимірювальною базою є площина основи, відносно якої обумовлені відхилення взаємного розташування поверхонь.

Ведений вал (рисунок 1.1, позиція 2) являє собою деталь типу вала-шестерні. Виготовлений зі сталі 18ХНВА ДСТУ 7806:2015 [16, 36]. Він призначений для передачі обертового моменту через зубчастий вінець від ведучого вала на передачу

Полтавський державний аграрний університет

через шліцьове прямобічне з'єднання, тобто в складальній одиниці ведучий вал передає значні обертові моменти та найбільш відповідальними поверхнями є поверхня зубців зубчастого вінця із внутрішніми зубцями та поверхні шліців. Конструктивними та вимірювальними базами є центровий отвір, а також лівий торець.

1.2 Аналіз параметрів точності

Під час проведення аналізу вала (рисунок 1.2) на точність заповнюємо таблицю 1.2. У ній наводимо дані про точність виготовлення та вимоги до виконання окремих поверхонь [17, 22, 47, 48].

Рисунок 1.2 – Вал розподільної коробки

Полтавський Державний аграрний університет

Таблиця 1.2 – Відомості про параметри точності вала

№ поверхні	Назва поверхні	Розмір, мм	Квалітет	Точність	Шорсткість, Ra, мкм
1	Опорна шийка	ϕ60к6	к6	↗ 0,03 B	0,8
2	Опорна шийка	ϕ70к6	к6	↗ 0,03 B	0,8
3	Шліци	D8-62c11× ×6f7×12e8	c11 f7 e8	↗ 0,012 B	0,8
4	Зубці	ϕ123,5h9	H9	-	3,2
5	Циліндрична	ϕ155a11	a11	-	1,6

1.3 Характеристика матеріалу деталі

Виходячи з конструкції та призначення, а також умов роботи корпуса коробки обрано алюмінієвий сплав АЛ4 ДСТУ 2839-94 [7, 34, 35]. Хімічний склад цієї марки та механічні властивості наведено у таблицях 1.3, 1.4.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сплаву АЛ4, %

C	Si	Mn	Mg	Cu	Zn	Pg	Ti
0,90	0,8… 0,95	0,25… 0,50	0,17… 0,30	0,3	0,3	0,01	0,15

Таблиця 1.4 – Механічні властивості сплаву АЛ4

σ_T, МПа	δ, %	НВ	γ, кг/м^3	Способи відливання
196	1,5	70	2650	в піщані форми, у кокіль, під тиском

Полтавський Державний аграрний університет

Виходячи з конструкції та призначення вала, у якості матеріалу вибрана високоякісна легована сталь 18ХНВА ДСТУ 7806:2015 [7, 34, 36]. Хімічний склад цієї марки та механічні властивості наведено у таблицях 1.5, 1.6.

Таблиця 1.5 – Хімічний склад сталі 18ХНВА, %

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	P	S
						не більше	
0,17… 0,23	0,17… 0,37	0,50… 0,80	0,60… 0,90	1,25… 1,60	0,80… 1,20	0,025	0,025

Таблиця 1.6 – Механічні властивості сталі 18ХНВА

σ	σ_T	δ	ψ	НВ
МПа		%		
850	750	12	50	197

1.4 Визначення типу виробництва

Маркетингове дослідження показало потребу ринку в коробках розподільчих у кількості 11000 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів 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

Полтавський державний аграрний університет

випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{зап} = (11000 + 0,04 \cdot 11000) \cdot (1 + 0,025) = 11726\,(\text{шт.}).$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей розподільчої коробки не перевищує 200 кг, тому за [35] визначаємо тип виробництва – великосерійне.

Полтавський державний аграрний університет

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталей

Відповідно до стандарту „Забезпечення технологічності конструкції виробу" забезпечення технологічності конструкції виробу передбачає взаємопов'язане рішення конструкторських і технологічних задач, що спрямовані на підвищення продуктивності праці, досягнення оптимальних трудових та матеріальних витрат, скорочення часу на виробництво, технічне обслуговування та ремонт виробу [2].

Якісну оцінку технологічності конструкції деталі проводимо за матеріалом, формою, якістю поверхонь, позначенням розмірів, можливості отримання заготовки та іншими показниками (таблиці 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1 - Аналіз технологічності корпусу

№ з.п	Назва деталі	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4	5
1	Корпус	Наявність зручних технологічних баз, які забезпечують жорстке і надійне закріплення заготовки, вільне підведення різального інструменту	Цей показник технологічності є задовільним. Заготовка має зручні технологічні бази	-

Полтавський державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
2	Корпус	Конструкція деталі повинна забезпечувати її встановлення за допомогою простих пристосувань	Деталь має не складну геометричну форму, отже цей показник є задовільним	-
3		Отвори повинні бути такими, щоб їх можна було обробляти на прохід	Дана деталь повністю відповідає даній вимозі	-
4		У багатоопераційних верстатах із ЧПК не рекомендується обробка кутів, відмінних від 45 та 90 градусів	Відносно цього показника деталь повністю відповідає вимогам технологічності	-
5		Для можливості автоматичної обробки корпусних деталей край небажано застосовувати різьбові отвори М6	У даному корпусі застосовуються різьби, але більші за М6 отже, дана вимога виконується	-

Полтавський державний аграрний університет

Таблиця 2.2 – Аналіз технологічності валу

№ з.п	Назва деталі	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4	5
1	Вал	Ступінчасті вали повинні мати невеликі перепади, а довжини ступенів повинні бути однаковими або кратними для можливості обробки деталі на багаторізцевих верстатах	Повністю задовольняє	-
2		Вали повинні мати центрувальні отвори для базування при обробці і контролі	Центрувальні отвори на деталі є, отже, дана умова виконується	-

Як уже зазначалося, у якості матеріалу для виготовлення валу прийнята високоякісна легована сталь 18ХНВА. Цим забезпечується міцність зубчастого вінця та шліців під час передачі значних обертових моментів.

Розглядаючи форму поверхонь, робимо висновок, що вони мають прості поверхні та не потребують для їх обробки складних рухів інструментів. Поверхні вала під посадку на них підшипників оброблюються за шостим квалітетом точності і мають шорсткість за 8 класом. Інші поверхні обробляються за 12-14 квалітетами точності та мають шорсткість, що відповідає п’ятому класові. Внутрішній діаметр шліців та бічні поверхні виконуються за сьомим квалітетом точності та шостим класом шорсткості. Порівняно високі вимоги ставляться до

Полтавський державний аграрний університет

взаємного розташування поверхонь зубчастого вінця, шліців та шийок для підшипників, биття котрих повинно бути в межах від 0,03 до 0,08 мм.

Аналізуючи простановлення розмірів на кресленні веденого вала, приходимо до висновку, що вони вказані з урахуванням взаємозв'язку конструктивних, вимірювальних і технічних баз, що дозволяє отримати ці розміри при налагоджених верстатах.

Можемо зробити висновок, що за якісними показниками вал і корпус є достатньо технологічні.

2.2 Якісна оцінка технологічності

Для якісної оцінки валу визначимо ряд основних та допоміжних показників із використанням [2].

1 Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_{уе} = \frac{Д_{уе}}{Д_е}, \qquad (2.1)$$

де $Д_{уе}$ – кількість уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів (фасок –6, радіусів заокруглень – 4, зубці вінця – 1, шліци – 1);

$Д_е = 29$ – загальна кількість конструктивних елементів.

Отже,

$$K_{уе} = \frac{6+4+1+1}{29} = \frac{12}{29} = 0{,}41.$$

2 Коефіцієнт застосування стандартно оброблюваних поверхонь:

$$K_{пст} = \frac{Д_{ст}}{Д_0}, \qquad (2.2)$$

Полтавський Державний аграрний університет

де $Д_{ст}$ – кількість поверхонь, що оброблюються стандартним різальним інструментом;

$Д_0$ – загальна кількість поверхонь, що підлягають обробці різанням.

$$K_{пст} = \frac{14}{19} = 0,74.$$

3 Коефіцієнт обробленості поверхонь:

$$K_{оп} = 1 - K_{пст} = 1 - 0,74 = 0,26. \quad (2.3)$$

4 Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{вм} = \frac{m_з}{m_д}, \quad (2.4)$$

де $m_з, m_д$ – маса заготовки та деталі відповідно, кг.

$$K_{вм} = \frac{6,3}{7,28} = 0,87.$$

5 Найвищий квалітет точності – 6.

6 Найвищий клас шорсткості – 8.

У результаті проведеного дослідження, ми можемо зазначити, що вал є достатньо технологічним. Його конструкція дозволяє застосовувати продуктивне обладнання та прогресивний різальний інструмент.

Полтавський державний аграрний університет

2.3 Маршрути обробки поверхонь

При виборі методів та послідовності обробки поверхонь заданих деталей прагнуть прийняти такий варіант, який би відповідав вимогам встановленого типу виробництва. При цьому орієнтуються на типові технологічні процеси, які розроблені для деталей усіх класів, а також на загальні положення проектування технологічних процесів в машинобудуванні. Прийнятий технологічний процес повинен відповідати сучасному рівню машинобудування, в ньому повинні широко застосовуватись прогресивні методи обробки. Користуючись основними положеннями машинобудування, передбачаємо в першу чергу операції обробки технологічних базових поверхонь, потім намічаємо ряд чорнових, чистових та викінчувальних операцій. В крупносерійному виробництві розбиваємо чорнові та чистові операції, тому що виконуємо на різних верстатах. При цьому перевіримо та переконаємося у вірності вибору технологічних баз, у достовірності послідовності операцій тощо. Для встановлення кількості переходів та операцій використовуємо дані про точність і шорсткість поверхні під час різних методів обробки [48]

На основі цих даних складаємо таблицю маршрутів основних поверхонь деталей, наведених на рисунку 2.1 (таблиці 2.3, 2.4).

а) б)

Рисунок 2.1 – Деталі розподільчої коробки із поверхнями, що підлягають механічній обробці: а – корпус; б – вал

Полтавський державний аграрний університет

Таблиця 2.3 - Зведена таблиця технологічних маршрутів обробки корпуса

Найменування деталі	Номер поверхні (рисунок 2.1)	Розмір поверхні	Технологічні переходи або операції обробки поверхонь	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4	5	6
Корпус	1, 7	268±0,5	Фрезерування однократне	14	12,5
	2, 7	355$^{2}_{-1}$	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	14 13	12,5 3,2
	7, 6	82±1	Фрезерування однократне	14	12,5
	8	ϕ110H7	Розточування чорнове Розточування н/чистове Розточування чистове Алмазне розточування	14 11 9 7	12,5 6,3 3,2 1,25
	4	ϕ132H7	Розточування чорнове Розточування н/чистове Розточування чистове Алмазне розточування	14 11 9 7	12,5 6,3 3,2 1,25

Полтавський державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
Корпус	9, 10	200-0,5	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	14 13	6,3 3,2
	2	ϕ22f9	Зенкерування Розгортання	12 9	3,2 1,25
	5	ϕ20H13	Свердління	13	12,5
	11	ϕ22H7	Свердління Зенкерування Розгортання	18 9 7	6,3 3,2 1,25

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця технологічних маршрутів обробки вала

Найменування деталі	Номер поверхні (рисунок 2.1)	Розмір поверхні	Технологічні переходи або операції обробки поверхонь	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4	5	6
Вал	1, 2	59h13	Точіння чорнове	13	12,5
	3	ϕ125,4H12	Розточування чорнове Розточування чистове	14 12	12,5 6,3

Полтавський державний аграрний університет

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
Вал	4	ϕ155a11	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування попередньо Шліфування остаточно	 14 12 11 11	 6,3 3,2 0,8 0,4
	5	ϕ80h14	Точіння однократне	14	12,5
	6	ϕ70k6	Точіння чорнове Точіння н/чистове Точіння чистове Шліфування	14 12 9 6	12,5 3,2 1,25 0,8
	7	ϕ68b12	Точіння чорнове Точіння чистове	14 12	6,3 3,2
	8	ϕ60k6	Точіння чорнове Точіння н/чистове Точіння чистове Шліфування	14 12 9 6	12,5 3,2 1,25 0,8
	1, 9	235±0,5	Точіння чорнове	14	12,5

2.4 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

У машинобудуванні застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [37-39].

Розрахуємо аналітичним методом припуск на обробку отвору $125{,}4H12(^{+0{,}53})$ вала. Відповідно до розробленого вище маршруту вказана поверхня оброблюється за наступною послідовністю: розточування чорнове, розточування чистове.

Полтавський Державний аграрний університет

За [37, 38] призначаємо якість поверхні кування для штамповки, що виготовляється масою від 4 до 25 кг: $R_z = 200$ мкм, $h = 250$ мкм.

Встановлюємо точність та якість поверхні після механічної обробки:

- розточування чорнове – 13 квалітет: $R_z = 40$ мкм, $h = 50$ мкм;
- розточування чистове – 12 квалітет: $R_z = 20$ мкм, $h = 20$ мкм.

Розраховуємо сумарну похибку відхилення розташування поверхні заготовки:

$$\Delta\sum_{заг} = \sqrt{\Delta_e^2 + \Delta_{зм}^2}, \quad (2.5)$$

де $\Delta_e = 0{,}63$ [7] – похибка штампованої заготовки за ексцентричністю, мм;

$\Delta_{зм} = 0{,}5$ [7] – похибка по зміщенню, мм.

$$\Delta\sum_{заг} = \sqrt{630^2 + 500^2} = 804 \text{ (мкм)}.$$

Визначаємо залишкову похибку відхилення розташування після механічної обробки [7]:

$$\Delta\sum_{зал} = k_y \cdot \Delta\sum_{заг}, \quad (2.6)$$

де $k_y = 0{,}06$ [7] – коефіцієнт уточнення.

$$\Delta\sum_{зал} = 0{,}06 \cdot 804 = 48 \text{ (мкм)}.$$

Визначимо похибку встановлення на переході, що виконується [7]

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2}, \quad (2.7)$$

де $\varepsilon_б = 300$ [7] – похибка базування, мкм;

$\varepsilon_з = 100$ [7] – похибка закріплення, мкм.

Полтавський державний аграрний університет

$$\varepsilon_y = \sqrt{300^2 + 100^2} = 320 \ \text{(мкм)}.$$

$\varepsilon_{y\,ч} = k_y \cdot \varepsilon_y + \varepsilon_{інд}$, $\varepsilon_{інд} = 50$ *мкм* (за паспортом верстата), тобто $\varepsilon_{y\,ч} = 0{,}06 \cdot 320 + 50 = 70$ (мкм).

Розраховуємо мінімальний припуск [7]

$$2Z_{i\min} = 2\left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta\Sigma_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right] \qquad (2.8)$$

- розточування чорнове

$$2Z_{1\min} = 2\left[(200 + 250) + \sqrt{804^2 + 302^2}\right] = 2030 \ \text{(мкм)};$$

- розточування чистове

$$2Z_{2\min} = 2\left[(40 + 50) + \sqrt{48^2 + 70^2}\right] = 350 \ \text{(мкм)}.$$

Отримані дані заносимо до таблиці 2.5.

Заповнюємо графу „Розрахунковий розмір", починаючи з кінцевого (креслярського) розміру, послідовним відніманням мінімального припуску переходу:

$$D_{p2} = D_{\max} = 125{,}93 \ \text{мм};$$

$$D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{2\min} = 125{,}93 - 0{,}35 = 125{,}58 \ \text{(мм)};$$

$$D_{p\,заг} = D_{p1} - 2Z_{1\min} = 125{,}58 - 2{,}63 = 122{,}95 \ \text{(мм)}.$$

Полтавський Державний аграрний університет

Розраховуємо допуск заготовки [7]

$$TD_{заг} = H_{нш} + i_з + к_у, \qquad (2.9)$$

де $H_{нш} = 1000$ [7] – елемент допуску на недоштампування, мкм;

$i_з = 500$ [7] – елемент допуску на зношення штампів, мкм;

$к_у = 120$ [7] – коливання усадки, мкм.

$$TD_{заг} = 1000 + 500 + 120 = 1620 \text{ (мкм)}.$$

Верхнє відхилення (+) = $500 + \frac{120}{2} = 560$ (мкм).

Нижнє відхилення (-) = $1060 + \frac{120}{2} = 1060$ (мкм).

Допуски на інші переходи призначаємо за [37, 38] для 14 квалітету точності. Заповнюємо графу „Граничні розміри”. При цьому максимальні розміри, округлені до точності переходу, приймаємо по розрахунковим розмірам, а мінімальні значення – за максимальним, шляхом віднімання допуску кожного переходу та заносимо до таблиці 2.5.

Визначаємо граничні припуски за кожним переходом:

$$2Z_2^{пр}\ \min = 125,93 - 125,6 = 0,33\,(мм) = 330\,(мкм);$$

$$2Z_2^{пр}\ \max = 125,4 - 124,6 = 0,8\,(мм) = 800\,(мкм);$$

$$2Z_1^{пр}\ \min = 125,6 - 123 = 2,6\,(мм) = 2600\,(мкм);$$

$$2Z_1^{пр}\ \max = 124,6 - 121,38 = 3,22\ (мм) = 3220\ (мкм)\ .$$

Таблиця 2.5 – Аналітичний розрахунок припусків на обробку отвору вала $\phi 125,4h12(^{+0,53})$

Технологічні переходи при обробці поверхні $\phi 125,4h12$	Елементи припуску, мкм				Номінальний розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір, D_p, мм	Допуск, TD, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
	$R_{z\ i-1}$	h_{i-1}	$\Delta_{\Sigma\ i-1}$	ε_{yi}				D_{min}	D_{max}	$2Z_{min}^{пр.}$	$2Z_{max}^{пр.}$
Заготовка – штамповка на ГКМ	200	250	804	-	-	122,95	1620	121,38	123	-	-
Розточування чорнове	40	50	48	320	2030	123,58	1000	124,6	125,6	2600	3220
Розточування чистове	20	20	-	70	350	125,93	530	125,4	125,93	430	800
Всього	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3030	4020

Знаходимо загальні граничні припуски:

$$2Z_0^{пр}\ \min = 330 + 2600 = 2930\ \text{(мкм)};$$

$$2Z_0^{пр}\ \max = 800 + 3220 = 4020\ \text{(мкм)}.$$

Розраховуємо загальний номінальний припуск

$$2Z_{0\,ном} = 2Z_0^{пр}\ \min + B_{заг} - B_д \qquad (2.10)$$

Полтавський Державний аграрний університет

$$2Z_{0\,ном} = 2930 + 560 - 530 = 2960 \text{ (мкм)}.$$

Знаходимо номінальний розмір заготовки

$$D_з^{ном} = D_д^{ном} - 2Z_{0\,ном} \quad (2.11)$$

$$D_з^{ном} = 125,4 - 2,960 = 122,44 \text{ (мм)}.$$

Округлюємо до $\phi 122,5^{+0,3}_{-1,12}$ мм, таким чином, щоб забезпечити граничні розміри заготовки.

Виконуємо перевірку достовірності проведених розрахунків

$$2Z_2^{пр}\max - 2Z_2^{пр}\min = TD_1 - TD_2. \quad (2.12)$$

$$800 - 330 = 1000 - 530;\ 470 = 470.$$

$$2Z_1^{пр}\max - 2Z_1^{пр}\min = TD_{заг} - TD_1. \quad (2.13)$$

$$3220 - 2600 = 1620 - 1000;\ 620 = 620.$$

Отже, припуски та міжопераційні розміри розраховано вірно. Будуємо схему графічного розташування припусків та допусків на обробку отвору $\phi 125,4H12(^{+0,53})$ (рисунок 2.2).

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 2.2 – Графічне розташування припусків та допусків на обробку отвору $\phi 125{,}4H12(^{+0{,}53})$

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за [37, 38]. Отримані результати по всіх поверхнях заносимо до таблиці 2.6.

Полтавський державний аграрний університет

Таблиця 2.6 - Припуски та допуски на інші поверхні вала

Розмір, мм	Показники точності		Проміжні припуски за переходами				Загальний припуск
	квалітет	шорсткість	чорнова обробка	напів чистова	чистова обробка	викінчу-вальна операція	
59	13	12,5	2·2,0	-	-	-	$2\cdot2^{+1,2}_{-0,6}$
125,4	12	6,3	2·2,0	2·0,6	-	-	$2\cdot2,6^{+1,6}_{-0,8}$
155	11	0,4	2·2,0	2·1,5	2·0,8	2·0,25	$2\cdot4,55^{+1,6}_{-0,8}$
80	14	12,5	2·2,0	-	-	-	$2\cdot2^{+1,2}_{-0,6}$
70	7	0,8	2·1,8	2·0,8	2·0,4	2·0,25	$2\cdot3,25^{+1,0}_{-0,5}$
68	12	3,2	2·1,8	2·0,8	-	-	$2\cdot2,6^{+1,0}_{-0,5}$
60	7	0,8	2·1,8	2·0,7	2·0,3	2·0,2	$2\cdot3^{+1,0}_{-0,5}$
235	14	12,5	2·2,5	-	-	-	$2\cdot2,5^{+1,6}_{-0,8}$

Полтавський Державний аграрний університет

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

На рисунку 3.1 наведено конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час механічної обробки корпуса коробки розподільчої на фрезерній операції [3, 11, 14, 25, 26, 41].

Пристосування складається із корпуса 1, вбудованих двох пневмоциліндрів 2, притискних планок 3, опорних планок 6 та встановлювальних пальців 4 і 5, крана керування 7.

Рисунок 3.1 – Конструкція затискного пристосування

Пристосування працює наступним чином. Корпус коробки розподільчої встановлюється на опорні планки 6 та на встановлювальні пальці 4, 5. Після цього притискні планки 3 переміщують в зону кріплення і подають стиснене повітря за допомогою крана керування 7 у безштокові порожнини пневмоциліндрів. Поршень зі штоком, переміщуючись вгору, виконує закріплення деталі, притискаючи її до

Полтавський державний аграрний університет

опор 6. Після закінчення обробки та відведення різального інструмента виконується відкріплення та знімання деталі.

3.2 Визначення зусилля затиску та сили різання

Для розрахунку затискного пристосування використаємо положення, наведені у джерелах [14, 41]. Складемо схему діючих сил (рисунок 3.2).

Рисунок 3.2 – Розрахункова схема

Розрахуємо режими різання із використанням [9, 11, 15] на вертикально-фрезерну для корпуса коробки. Зміст операції полягає у фрезеруванні верхньої площадки торцевою фрезою ϕ125 мм (Z = 6) з твердого сплаву марки Т14К8 на вертикально-фрезерному верстаті. Глибина фрезерування t = 2,5 мм, а ширина B = 90 мм.

Призначаємо подачу S_z = 0,12…0,8 мм/зуб. Попередньо приймаємо S_z = 0,12 мм/зуб.

Визначаємо швидкість різання під час фрезерування за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^r \cdot Z^p} \cdot k_v, \qquad (3.1)$$

Полтавський державний аграрний університет

де $C_v = 382$; $q = 0{,}2$; $x = 0{,}1$; $y = 0{,}4$; $u = 0{,}2$; $p = 0$; $m = 0{,}2$; $T = 180$ хв.;

$k_v = k_{Mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}$; $k_{Mv} = k_1 \left(\frac{750}{\sigma}\right)^{n_v}$; $k_1 = 1{,}0$; $n_v = 1{,}0$.

Отже,

$$k_{Mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{196}\right)^1 = 3{,}8;$$

$k_{nv} = 0{,}9$; $k_{uv} = 0{,}8$.

$$k_v = 3{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}8 = 2{,}76.$$

$$V = \frac{382 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 2{,}5^{0,1} \cdot 0{,}12^{0,5} \cdot 90^{0,4} \cdot 6^{0}} \cdot 2{,}76 = 125{,}6 \text{ (м/хв.)}.$$

Частота обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \qquad (3.2)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 125{,}6}{3{,}14 \cdot 125} = 319{,}8 \text{ (1/хв.)}.$$

За паспортом верстата приймаємо n = 320 хв$^{-1}$.

Фактична швидкість різання становитиме:

$$V_\Phi = \frac{3{,}14 \cdot 125 \cdot 320}{1000} = 125{,}7 \text{ (м/хв.)}.$$

Хвилинна подача:

$$S_{хв} = S_z \cdot Z \cdot n. \qquad (3.3)$$

Полтавський державний аграрний університет

$$S_{хв} = 0,12 \cdot 6 \cdot 320 = 230,4 \text{ (мм/хв.)}. \quad (3.4)$$

За паспортом верстата приймаємо значення хвилинної подачі 200 мм/хв., тоді подача на зуб фрези буде становити:

$$S_z = \frac{S_{хв}}{Z \cdot n} \text{ (мм/зуб)}. \quad (3.5)$$

$$S_z = \frac{200}{6 \cdot 320} = 0,105 \text{ (мм/зуб)}.$$

Визначаємо сили різання.

Колова сила

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{мр} \cdot k, \quad (3.6)$$

де $C_p = 825$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $u = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$; $k = 0,25$; $k_{мр} = 1$.

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,105^{0,75} \cdot 90^{1,1}}{125^{1,3} \cdot 320^{0,2}} \cdot 1 \cdot 0,25 = 1368 \text{ (Н)}.$$

Величини складових сили різання (рисунок 3.3):

$$P_n = 0,3 P_z; \; P_v = 0,85 P_z; \; P_y = 0,3 P_z; \; P_x = 0,5 P_z. \quad (3.7)$$

$$P_n = P_y = 0,3 \cdot 1368 = 410 \text{ (Н)};$$

$$P_v = 0,85 \cdot 1368 = 1163 \text{ (Н)};$$

$$P_x = 0,5 \cdot 1368 = 684 \text{ (Н)}.$$

Полтавський державний аграрний університет

Рисунок 3.3 – Сили різання при фрезеруванні

Обертовий момент на шпинделі:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000}, \tag{3.8}$$

$$M = \frac{1368 \cdot 125}{2000} = 85,5 \text{ (Н·м)},$$

Потужність різання

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \tag{3.9}$$

$$N_p = \frac{1368 \cdot 125,7}{1020 \cdot 60} = 2,8 \text{ (кВт)},$$

тобто $N_p = 2,8$ кВт $<$ $N_{об} = 7,5$ кВт, отже розраховані режими різання забезпечуються потужністю двигуна головного руху.

З попередніх розрахунків маємо, що $P_z = 1368$ Н. Приймемо, що $\frac{a}{b} = \frac{1}{1,25}$.

Полтавський державний аграрний університет

Складемо рівняння рівноваги (рисунок 3.2):

$$\kappa \cdot M_{різ} = M_{закр}, \tag{3.10}$$

де $M_{різ} = P_z \cdot R_1$, а $M_{закр} = W \cdot R_2$.

Маємо, що $\kappa \cdot P_z \cdot R_1 = W \cdot R_2$, звідки знаходимо, що

$$W = \frac{\kappa \cdot P_z \cdot R_1}{R_2}, \tag{3.11}$$

де κ – коефіцієнт запасу закріплення

$$\kappa = \kappa_0 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_4 \cdot \kappa_5 \cdot \kappa_6, \tag{3.12}$$

$\kappa_0 = 1{,}5$; $\kappa_1 = 1{,}2$; $\kappa_2 = 1{,}3$; $\kappa_3 = 1{,}2$; $\kappa_4 = 1{,}0$; $\kappa_5 = 1{,}0$; $\kappa_6 = 1{,}5$ [26].

$$\kappa = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}5 = 4{,}212.$$

$$W = \frac{4{,}212 \cdot 1368 \cdot 491{,}5}{324} = 8741 \text{ (Н)}.$$

Зусилля на штоці пневмоциліндра

$$Q = \frac{W}{2} \cdot \frac{1}{1{,}25}; \tag{3.13}$$

$$Q = \frac{8741}{2} \cdot \frac{1}{1{,}25} = 3496 \text{ (Н)}.$$

Полтавський державний аграрний університет

З іншого боку згідно з [26]:

$$Q = 0{,}785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta, \qquad (3.14)$$

звідки

$$D = \sqrt{\frac{3496}{0{,}785 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}85}} = 114{,}5 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо стандартне значення $D = 125$ мм.

Визначаємо фактичне зусилля на штоці пневмоциліндра при робочому тискові 0,63 МПа.

$$Q_ф = 0{,}785 \cdot 125^2 \cdot 0{,}63 \cdot 0{,}85 = 6568 \text{ (Н)}.$$

3.3 Розрахунок на міцність

Розрахуємо на міцність шпильку кріплення притискної планки за формулою [26]:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Q_ф}{\pi \cdot [\sigma]}} \qquad (3.15)$$

де $[\sigma]$ = 120 МПа – допустиме напруження матеріалу шпильки зі сталі 45 (гартування до HRC = 36…42 МПа).

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6568}{3{,}14 \cdot 120}} = 8{,}35 \text{ (мм)}.$$

Прийнята шпилька з конструктивних міркувань М16 має $d_{вн} = 13{,}8$ мм, тобто 13,8 > 8,35, отже умова міцності виконується.

Полтавський Державний аграрний університет

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки

Вид початкової заготовки впливає на характер технологічного процесу механічної обробки деталі, так як від величини припуску суттєво залежить собівартість обробки деталі. Чим більше початкова заготовка за формою та розмірами наближена до форми та розмірів готової деталі, тим менше потрібно витрат часу та коштів на її обробку. Найбільший вплив на вибір способу отримання заготовки має матеріал, розміри, форма деталі, а також тип виробництва [8, 31, 49].

Серед застосовуваних в машинобудуванні заготовок (прокат, поковка, відливок) у якості заготовки для вала розподільчої коробки може бути поковка на КГШП (варіант 1). Другим методом отримання заготовки може бути поковка на ГКМ (варіант 2). Для прийняття рішення стосовно методу отримання заготовки для вала виконуємо порівняння цих двох варіантів за вартістю заготовки. Складаємо таблицю 3.1, в яку заносимо вихідні дані для розрахунків.

Вартість заготовки розраховуємо за формулою [1, 7]:

$$S_{заг} = \left(\frac{c_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_д \cdot k_м \cdot k_n\right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (3.1)$$

де $k_m, k_c, k_д, k_м, k_n$ – коефіцієнти, що враховують клас точності, групу складності, масу, марку матеріалу та обсяг виробництва.

Варіант 1: $k_m = 1{,}05; \cdot k_c = 0{,}88; \cdot k_д = 0{,}89; \cdot k_м = 1{,}21; \cdot k_n = 0{,}8$.

Варіант 2: $k_m = 1{,}0; \cdot k_c = 0{,}88; \cdot k_д = 0{,}89; \cdot k_м = 1{,}21; \cdot k_n = 0{,}8$.

$$S_{заг}1 = \left(\frac{26000}{1000} \cdot 8{,}1 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}89 \cdot 1{,}21 \cdot 0{,}8\right) - (8{,}1 - 6{,}3) \cdot \frac{1400}{1000} = 165{,}1 \text{ (грн.)};$$

Полтавський Державний аграрний університет

$$S_{заг}2 = \left(\frac{26000}{1000} \cdot 7,28 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,89 \cdot 1,21 \cdot 0,8\right) - (7,28 - 6,3) \cdot \frac{1400}{1000} = 142,1 \text{ (грн.)}.$$

Так як $S_{заг}1 > S_{заг}2$, то в якості заготовки вала приймаємо другий варіант, тобто штамповку на ГКМ.

Таблиця 3.1 – Початкові дані до розрахунку вартості заготовки вала

№ з/п	Найменування показників	Варіант 1	Варіант 2
1.	Вид заготовки	штамповка КГШП	штамповка ГКМ
2.	Клас точності	II	I
3.	Група складності	II	II
4.	Маса деталі, кг	6,3	6,3
5.	Маса заготовки, кг	8,0	7,28
6.	Вартість 1 т. заготовок, грн.	26000	
7.	Вартість 1 т. відходів, грн.	1400	

Умовно-річний економічний ефект від застосування більш прогресивної технології становитиме:

$$E = (S_{заг}1 - S_{заг}2) \cdot N, \qquad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, 11000 шт.;

$$E = (165,1 - 142,1) \cdot 11000 = 253000 \text{ (грн.)}.$$

У якості заготовки корпуса коробки застосовують відливання в піщані форми (варіант 1). Враховуючи матеріал, конфігурацію та розміри корпуса альтернативою може бути відливання в кокіль (варіант 2). Для вибору заготовки проводимо

Полтавський державний аграрний університет

порівняння цих варіантів за вартістю заготовки, для чого складемо таблицю 3.2, у яку заносимо вихідні дані до розрахунків.

Таблиця 3.2 – Початкові дані до розрахунку вартості заготовки для корпусу

№ з/п	Найменування показників	Варіант 1	Варіант 2
1.	Вид заготовки	відливання у піщані форми	відливання у кокіль
2.	Клас точності	IV	V
3.	Група складності	IV	IV
4.	Маса деталі, кг	30	30
5.	Маса заготовки, кг	34,28	33,46
6.	Вартість 1 т. заготовок, грн.	79470	
7.	Вартість 1 т. відходів, грн.	17900	

Вартість заготовки розраховуємо за формулою [1, 7]:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_д \cdot k_м \cdot k_п\right) - (q - Q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}. \qquad (3.3)$$

Варіант 1: $k_m = 1,1; \cdot k_c = 0,89; \cdot k_д = 0,89; \cdot k_м = 1,1; \cdot k_п = 1,09$.

Варіант 2: $k_m = 1,05; \cdot k_c = 0,89; \cdot k_д = 0,89; \cdot k_м = 1,1; \cdot k_п = 1,09$.

$$S_{заг}1 = \left(\frac{79470}{1000} \cdot 34,28 \cdot 1,1 \cdot 0,89 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,09\right) - (34,28 - 30) \cdot \frac{17900}{1000} = 2769,4 \text{ (грн.)};$$

$$S_{заг}2 = \left(\frac{79470}{1000} \cdot 33,46 \cdot 1,05 \cdot 0,89 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,09\right) - (33,46 - 30) \cdot \frac{17900}{1000} = 2589,7 \text{ (грн.)}.$$

Полтавський державний аграрний університет

Так як $S_{заг}1 > S_{заг}2$, то в якості заготовки корпуса приймаємо другий варіант, тобто відливання в кокіль.

Умовно-річний економічний ефект, визначений за формулою (3.2) від застосування більш прогресивної технології становитиме:

$$E = (2769,4 - 2589,7) \cdot 11000 = 1976700 \text{ (грн.)}.$$

3.2 Розрахунок місцевого освітлення

Розрахуємо освітленість в горизонтальній та похилій площинах для приміщення розміром 20×30 м, висотою 10 м.

Для вирішення поставленого завдання будемо використовувати джерела [4, 10, 12, 18-21, 23, 24, 27, 29, 32, 40, 42-46, 50]. Для освітлення встановлюють сучасні металогалоїдні лампи високого тиску типу ДРИ-700 (потужність 700 Вт, світловий потік 25500 лк, термін служби 3000 год.). Лампи типу ДРИ-700 випромінюють найкраще для сприйняття світло жовто-оранжевого кольору. Чотири світильники розташовуємо за кутам прямокутника розміром 10×15 м. Висота підвіски світильників $h_p = 9$ м.

Визначимо освітленість в горизонтальній та похилій (під кутом $\theta=60^0$) площинах в точці, що розташована на перетині діагоналей прямокутника. Розрахунок проводимо „точковим методом”.

1 Для визначення освітленості необхідно розрахувати значення кута α. Для цього визначимо $tg\alpha$:

$$tg\alpha = \frac{d}{h_p}, \qquad (3.4)$$

де d – відстань від точки перетину діагоналі до світильника;

h_p – Висота підвіски світильника.

Маємо:

$$tg\alpha = \frac{\sqrt{5^2 + 7,5^2}}{9} = 1,0015.$$

Тоді значення кута буде становити $\alpha=45^0$ та $\cos^3\alpha=0.35$.

2 Знаходимо силу світла під кутом 45^0 для світильника ДРИ-700 з умовною лампою $(I_\alpha)_{1000}$= 260 кд.

Фактична сила світла становить:

$$I_\alpha = \frac{260 \cdot 25500}{1000} = 6630 \text{ (кд)}.$$

Приймаємо коефіцієнт запасу К=1,5 від одного світильника, визначимо освітленість в горизонтальній площині за формулою:

$$E_г = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h_p^2 \cdot K}. \qquad (3.5)$$

Обчислимо числове значення:

$$E = \frac{6630 \cdot 0,35}{9^2 \cdot 1,5} = 19,1 \text{ лк}.$$

Кожен з чотирьох світильників створює в розрахунковій точці однакову освітленість, таким чином, сумарне освітлення буде в чотири рази більшим:

$$E_г = 4 \cdot 19,1 = 76,4 \text{ лк}.$$

3 Визначимо освітленість в вертикальній площині. Розрахункова точка, що лежить в вертикальній площині, освітлюється лише двома світильниками, тоді освітленість в вертикальній площині становить:

Полтавський державний аграрний університет

$$E_в = 2 \cdot E_г \frac{l}{h_p}, \quad (3.6)$$

де l – відстань від розрахункової точки до світильника по довгій стороні прямокутника (в плані).

Значення становить:

$$E_в = 2 \cdot 76,4 \cdot \frac{7,5}{9} = 127,3 \text{ (лк)}.$$

4 Освітленість у похилій площині знаходимо за формулою:

$$E_\theta = 2 \cdot E_г (\cos\theta + \frac{l}{h_p} \sin\theta), \quad (3.7)$$

підставивши числові значення маємо:

$$E_в = 2 \cdot 127,3 \cdot (cos60^0 + \frac{7,5}{9} \sin 60^0) = 311 \text{ (лк)}.$$

Порівнявши розраховану освітленість із потрібною за ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» (Е=200 лк) робимо висновок про достатнє освітлення на робочому місці.

Полтавський державний аграрний університет

4.3 Моніторинг стану навколишнього середовища

Програми для моніторингу стану навколишнього середовища під час виробництва деталей і машин на підприємстві машинобудівної галузі необхідно розробляти з урахуванням необхідності охоплення усіх видів діяльності. Ці види можуть потенційно чинити суттєвий вплив на стан навколишнього середовища під час їх здійснення як у нормальному, так і у позаштатному режимах.

Моніторинг стану довкілля необхідно здійснювати за прямими або непрямими показниками викидів, скидів та ресурсів, що були використані, і застосовуються для кожного виду діяльності.

Частота проведення моніторингу повинна бути такою, щоб відповідати отриманим репрезентативним даним того параметра, моніторинг якого здійснюється. Цю роботу повинні виконувати спеціально підготовлені особи відповідно до встановлених процедур моніторингу та обліку даних, а також використовується обладнання, яке пройшло повірку і технічне обслуговування.

Результати, отримані внаслідок моніторингу, необхідно періодично вивчати та аналізувати, порівнювати їх з діючими стандартами. Це необхідно для вжиття заходів щодо усунення недоліків.

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 коробки розподільчої, що застосовується для передачі обертового моменту та потужності. Наведено її технічну характеристику, складові частини. Проведено аналіз точності вала розподільчої коробки. Охарактеризовано конструкційний матеріал корпуса і вала, надано хімічний склад та механічні властивості. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – великосерійний.

2 Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталі. Розроблено маршрут обробки поверхонь корпусу та валу коробки розподільчої. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні валу $\phi 125,4H12(^{+0,53})$ мм розрахунково-аналітичним методом. На решту поверхонь припуски визначено довідниковим способом.

3 Запропоновано конструкцію затискного пристосування для надійної фіксації корпуса під час виконання механічної обробки фрезеруванням. Проведений розрахунок пристосування, а саме визначено зусилля затиску, сили різання, параметри силового приводу, розрахунок на міцність слабкої ланки.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки корпусу та валу розподільчої коробки. Річний економічний ефект для програми випуску 11000 шт. склав для валу зі сталі 253000 грн. а для алюмінієвого корпусу – 1976700 грн. Розраховано освітлення, необхідне для роботи цеху під час виготовлення вузла. Висвітлено питання моніторингу стану навколишнього середовища.

5 У графічній частині роботи наведено складальне креслення коробки розподільчої, робоче креслення корпусу та валу, креслення заготовки корпусу та валу, а також складальне креслення затискного пристосування.

Полтавський Державний аграрний університет