

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 виробництва корпусу поверхневої
відцентрової водяної помпи для поливу»

КРБ.133ГМбд_41.08.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціальності 133 *«Галузеве*
машинобудування»
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_41
ФЕДЬКІВ Олексій

Керівник: докт. техн. наук, доцент
ВЕТОХІН Володимир

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Як відомо, водяна помпа – це пристрій, за допомогою якого відбувається переміщення рідини із однієї точки простору в інший. Принцип дії заснований на перетворенні гідравлічної енергії двигуна в енергію потоку та використанні для його підйому або транспортування.

Саме тому розробка та удосконалення деталей та вузлів насосного обладнання для високоефективної роботи щодо транспортування води для зрошування сільськогосподарських угідь є важливою науково-технічною задачею.

Отже деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі, а саме корпус, є складовою частиною помпи поверхневої відцентрової, що призначена для поливу, подачі, транспортування води.

Мета роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є помпа поверхнева, відцентрова водяна для поливу, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення корпусу.

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 вимірювальне пристосування для контролю процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок на точність;

- 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 поверхнева відцентрова помпа для поливу сільськогосподарських культур (рисунок 1.1, а, б). Дана помпа (БЦ-1,1-18-У1,1М) може подавати воду із водойм, колодязів, а також резервуарів.

Конструкція являє собою моноблок. Він складається із електричного двигуна, а також насосної частини.

Технічна характеристика:

З'єднання помпи із мережею живлення здійснюється за рахунок проводу із вилкою на кінці, що має заземлюючий контакт та розетки із заземлюючим контактом, що входить до комплекту поставки.

а)

б)

Рисунок 1.1 – Поверхнева відцентрова
помпа БЦ-1,1-18-У1.1М: а – вигляд загальний; б – конструктивна схема

У корпусі встановлено торцеве ущільнення 8 із ресурсом на увесь термін служби помпи. За лінією валу ущільнення забезпечується гумовим кільцем 15. Ущільнення за корпусом забезпечується кільцем 12. У помпі застосовано вальниці (підшипники) закритого типу, тому додавання змащення не потрібне. Для герметизації насосної камери та забезпечення захисту від бризк застосовано взаємозамінні гумові кільця 19. Блок конденсаторів, що розміщений у касеті, встановлюється у коробці 4. Для захисту двигуна при аварійних режимах роботи помпа обладнана захисним реле. Конструкцією помпи передбачено ручку для зручності транспортування. Пломба встановлюється на головці гвинта, що кріпить кришку. При будьому з варіантів монтажу положення помпи вертикальне. Вал помпи перед запуском перевірити. Перед встановленням необхідно здійснити пробний запуск на 5...10 с, а потім закріпити його до основи за допомогою

шпильок М6, що входять до комплекту. Головною умовою вдалого запуску та роботи водяної помпи є забезпечення герметичності усіх елементів, що стикуються, під час всмоктування.

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

Рисунок 1.2 – Корпус

Корпус насосної частини є корпусною деталлю. Заготовка відливається методом литва під тиском із алюмінієвого сплаву АК12 ДСТУ 2839-94.


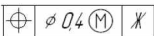

1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталі «Корпус» заповнюємо таблицю 1.1 (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 1.1 – Аналіз точності деталі «Корпус»

Номер поверхні деталі	Назва поверхні	Розміри з відхиленнями	Квалітет точності	Точність форми	Точність відносного положення	Шорсткість R_a
1	2	3	4	5	6	7
		+0,030 +0,005				

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
						
						
						

Виконавши аналіз параметрів точності деталі робимо висновок про те, що шорсткість поверхні відповідає вимогам точності. Найточніший розмір має внутрішня циліндрична поверхня з розміром $\varnothing 47^{+0,030}_{+0,005}$. Найнижча шорсткість 1,6 мкм. Деталь легко виготовляється в умовах машинобудівного виробництва.

1.3 Характеристика матеріалу деталі, замічник

Для виготовлення деталей корпусу застосовується ливарний алюмінієвий сплав АК12 ДСТУ 2839-94. Алюмінієвий сплав для виливків розрізняють за структурою, хімічним складом, призначенням та технологією отримання [24, 37].

Технологія отримання відливків різноманітна вона поділяється на: литво у піщані форми, литво за виплавленими моделями, литво у кокіль, литво під тиском. Так як заготовка корпусу має складну форму, досить жорстку вимогу до базових поверхонь, які повинні бути чистими та гладкими вже у виливку, то найбільш універсальним методом її отримання є метод литво у кокіль.

Властивості матеріалу заносимо у таблицю 1.2 де також наводимо марку, механічні властивості та хімічний склад матеріалу, на який можна замінити базовий.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад та механічні властивості матеріалу корпусу

Сплав алюмінієвий	σ_B , МПа	Твер- дість, НВ	Масова частка хімічних елементів, %							
			Mg	Si	Mn	Cu	Ti	Ni	Al	Fe
АК12	157	65,0	0,2- 0,85	4,0- 6,0	0,2- 0,8	1,5- 3,5	0,05- 0,20	-	Осн.	max 1,0
АК8М	196	70,0	0,35- 0,55	7,5-9	0,3- 0,5	1,0- 1,5	0,1- 0,3	-	Осн.	max 0,6

Отже обраний заміник матеріалу повністю відповідає технічним та технологічним вимогам.

1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попит ринку в деталях поверхневої відцентрової водяної помпи у кількості 720 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;

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

$$N_{zan} = (720 + 0,04 \cdot 720) \cdot (1 + 0,025) = 768 \text{ (шт.)}.$$

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

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Конструкція електричної помпи є середньою за складністю. Вона складається з більш ніж тридцяти деталей. У даному вузлі широко застосовуються стандартні вироби (болти, гайки, шайби та ін.), але основна маса деталей виготовляється безпосередньо для нього. Конструкція виробу дозволяє проводити його складання без особливих труднощів. При проведенні поточних технічних оглядів та ремонтів помпа досить 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. Будова помпи дає змогу проводити її складання повузлово. Регулювання та контроль роботи також проводиться без розбирання. Складові частини мають таку конструкцію, що забезпечує задану точність розташування.

Загалом конструкцію електричної помпи можна вважати технологічною і придатною для виготовлення й експлуатації відповідно до технічних вимог [23].

Аналіз на технологічність деталі проводимо у відповідності до вимог на технологічність при автоматизованому виробництві і результати аналізу заносимо до таблиці 2.1.

Конструкція деталі являється технологічною коли вона відповідає усім технічним та експлуатаційним вимогам і коли на неї витрачається мінімальна кількість суспільної праці.

Під час аналізу креслення деталі було виявлено, що вона практично повністю відпрацьована на технологічність для середньосерійного типу виробництва, так як затрати на наладку верстатів будуть порівняно невеликі з економією матеріалу і часу.

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.	Наявність зручних технологічних баз, які забезпечують жорстке і надійне закріплення заготовки, вільний підвід різального інструменту.	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.	-
3.	Отвори повинні бути такими, щоб їх можна було обробляти на прохід.	Дана деталь має отвори, що оброблюються не на прохід.	Уточнити у конструктора можливість корегування конструкції
4.	У багатоопераційних верстатах із ЧПК не рекомендується обробка кутів, відмінних від 45 та 90 градусів.	Такі кути існують на деталі, але це закладено в кресленні деталі конструктором	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
5.	Для можливості автоматичної обробки корпусних деталей у край небажано застосовувати різьбові отвори М6.	Дана деталь має різьби М6, але так як деталь невеликих розмірів, застосування більших різьб не можливо.	-

Заготовку корпусу в зв'язку зі складністю процесу виготовлення відливка запропоновано виконувати литвом у кокіль.

Розглянувши таблицю 2.1, можна зробити висновки, що в цілому деталь за більшістю показників є технологічною для умов автоматизованого виробництва, але деякі поверхні необхідно відкоригувати разом з конструктором.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення

При виготовленні заготовки корпусу помпи електричної пропонується використовувати литво в кокіль. Цей метод дозволяє отримувати заготовки досить точні та з малою шорсткістю поверхонь (12 квалітет, шорсткість $R_z = 20 \dots 10$ мкм). Це дає змогу зменшити обсяг очисних робіт, механічної обробки.

При використанні універсальних верстатів застосовувався стандартний різальний інструмент. Використання ж 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. Це 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:

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

де ε – загальне значення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

n – число ступенів обробки;

T_3, T_D, T_i – відповідно допуски для заготовки, деталі, окремого ступеня обробки.

Розкладаючи загальне значення на співмножники, потрібно враховувати типові рекомендації: для першого ступеня чорнкової 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 корпусу подано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.3 – Принципова схема маршруту обробки корпусу

№ операції	Обладнання	Зміст операції
1	2	3
005 Заготівельна		Литво у кокіль

Продовження таблиці 2.3

1	2	3

2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [29, 40, 48]. Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це поверхня корпусу Ø122Н8 мм.

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

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

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:

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

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:

$$2 \cdot z_{\max} - 2 \cdot z_{\min} = \delta_z - \delta_{Дz} \quad (2.5)$$

1847-910=1000-63;

937=937.

Таблиця 2.4 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці $\varnothing 122H8(+0,063)$ мм

Технологічний перехід	Елемент припуску, мкм			Розр. припуск $2Z_{min}$, мкм	Розр. розмір, d_{pmin} , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	R_z	T	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Сума									910	1847

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розробка конструкції контрольного пристосування

Для того, щоб комплексне контрольне пристосування було економічно вигідним у виготовленні, його розробляють для виміру чистових розмірів на кінцевих чи операціях для контролю технічних параметрів, таких як радіальне биття, перпендикулярність, площинність, паралельність, круглість, співвісність і ін. [12, 36, 38, 39].

Розроблене у даній роботі контрольно-вимірювальне пристосування призначене для контролю після заключних токарних операціях розміру 12Н11.

Для одержання потрібного нам результату вимірювання, під час контролю необхідне виконання умов, закладених у кресленні контрольно-вимірювального пристосування (рисунок 3.1).

Рисунок 3.1 – Пристосування контрольне для перевірки точності корпусу

На скобі, поз.1, закріплений індикатор годинникового типу. Ціна поділки індикатора 0,01 мм. За допомогою штиря, поз.2, пристосування центрується у деталі по внутрішньому діаметру.

Взагалі індикатори призначені для перевірки на точність вузлів верстатів, установки попередньо оброблених деталей, перевірки биття, овальності, конусоподібності циліндричних поверхонь. У поєднанні із нутромірами, глибиномірами та іншими інструментами вони використовуються для вимірювання внутрішніх і зовнішніх розмірів, паралельності, площинності.

Найбільше широко застосовуються саме індикатори годинникового типу із ціною поділки 0,01 і 0,001мм (рисунок 3.2). Випускаються із межами вимірювань 0-2; 0-3 і 0-10 мм.

Рисунок 3.2 – Індикатор годинникового типу

Конструкція індикатора заснована на застосуванні зубчастих зачеплень, що перетворюють поступальний рух вимірювального стрижня 1 у обертальний рух стрілки 2. На циферблаті 3 є дві шкали: чорна для відліку позитивних відхилень і червона – негативних. Кожна шкала має 100 поділок. Переміщення стрижня 1 на 1 мм відповідає одному оберту великої стрілки 2, тому ціна поділки дорівнює 0,01 мм. Мала стрілка на покажчику 4 показує число цілих міліметрів переміщення вимірювального стрижня. Установка стрілки в нульове положення виконується

обертанням циферблату 3, з'єднаного з ободом 5, чи поворотом головки 6 вимірювального стержня (при нерухомому циферблаті).

При контролі корпусу індикатор кріпиться до скоби, поз.1, (рисунок 3.1) за допомогою гвинта, поз.5. Після токарної операції, перед контролем, деталь переміщається на стіл ВТК, де спочатку протирається від пилу, бруду та стружки. Потім здійснюється контроль за допомогою даного пристосування. Після контролю розміру 12Н11 деталь передається на подальші операції обробки та контролю.

3.2 Розрахунок пристосування на точність

Під похибкою виміру контрольного пристосування розуміють різницю між показниками контрольного пристосування і дійсним значенням величини, що перевіряється [7, 12, 28, 36, 38, 39]:

$$[E_{вим}] \leq \kappa \cdot T, \quad (3.1)$$

де $[E_{вим}]$ – допустима похибка контрольного пристосування;

κ – поправочний коефіцієнт, що залежить від точності обробки поверхні, що контролюється, $\kappa = 0,25$;

T – допуск на розмір.

Загальна похибка пристосування розраховується по формулі:

$$E_{вим} = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_{інд}^2 + E_{пр}^2}, \quad (3.2)$$

де E_{σ} – похибка базування,

$$E_{\sigma} = \delta + \Delta_{рад}, \quad (3.3)$$

де δ – допуск на розмір, $\delta = 0,1$ мм;

Δ_{rad} – радіальний зазор посадки, $\Delta_{rad}=0,005$ мм;

$$E_{\sigma} = 0,1 + 0,005 = 0,105 \text{ мм},$$

E_{ind} – похибка індикатора,

$$E_{ind} = \frac{\Delta}{2} = \frac{0,01}{2} = 0,005 ,$$

де Δ – ціна поділки індикатора;

E_{np} – похибка пристосування;

$$E_{np} = E_{p1} + E_{p2} , \quad (3.4)$$

де E_{p1} – похибка виготовлення, $E_{p1}= 0,02$ мм;

E_{p2} – проміжок осі, $E_{p2} = 0,005$ мм;

$$E_{np}=0,02+0,005=0,025 \text{ мм}.$$

Тоді

$$[E_{вим}] = \sqrt{0,105^2 + 0,005^2 + 0,025^2} = 0,081 \text{ мм},$$

$$0,081 \leq 0,25 \cdot 0,1 ,$$

$$0,081 \leq 0,125 .$$

Умова виконується, точність вимірювання забезпечена.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Проаналізуємо два найбільш прийнятних методи виготовлення заготовки корпусу електричної водяної помпи: виготовлення литвом у піщано-глиняні форми та литво в кокіль [1, 4, 34].

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 ($Q_{\text{д}} = 1,66$ кг);

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

$$Q_{\text{заг}} = \frac{1,66}{0,6} = 2,77 \text{ кг}.$$

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

$$Q_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{д}}}{k_i} = \frac{1,66}{0,7} = 2,37 \text{ кг}.$$

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;

$C_{\text{об}}$ – базова вартість 1 т заготовок, $C_{\text{об}}=56000$ грн. [1];

$C_{\text{вх}}$ – вартість 1 т відходів, $C_{\text{вх}}=15000$ грн. [1].

Коефіцієнти за [4, 34]:

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

б) залежно від маси виливка: $K_{\text{ПМВ}}=1,18$;

в) залежно від групи складності: $K_{\text{СВ}}=1$;

г) залежно від матеріалу: $K_{\text{МВ}}=1,36$;

д) залежно від відносного потоншення основних стінок: $K_{\text{СТ}}=1,2$.

Визначаємо собівартість при литві у піщано-глиняні форми:

$$C_{\text{в}}=0,001(56000 \cdot 2,77 \cdot 1,32 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1,36 \cdot 1,2 - (2,77 - 1,66) \cdot 15000) = 392,65 \text{ (грн.)}$$

Визначаємо собівартість при литві в кокіль:

$$C_{\text{в}}=0,001(56000 \cdot 2,37 \cdot 1,32 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1,36 \cdot 1,2 - (2,37 - 1,66) \cdot 15000) = 336,31 \text{ (грн.)}$$

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

$$E = (392,65 - 336,31) \cdot 720 = 40564,8 \text{ (грн.)}$$

Остаточо приймаємо спосіб виготовлення виливка корпусу помпи – литво в кокіль.

4.2 Розрахунок заземлення металорізального верстату

Проведемо розрахунок штучних заземлюючих пристроїв методом «коефіцієнта використання електродів» для токарно-револьверного верстата моделі 1В340Ф30 [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Розрахунок заземлюючого пристрою полягає у визначенні кількості вертикальних і горизонтальних електродів згідно з вимогами ПУЕ за нормативним опором заземлення $R_3=10$ Ом, питомим опором ґрунту $\rho_{\text{вим}}=500$ Ом \times м. У якості вертикального заземлювача (електрода) використовуємо рівнобічні кутики з полицею 50 мм прийнятими розмірами електродів $0,03 \times 1$ м.

1. Обчислюємо розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних електродів:

$$\rho_{\text{в}} = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi_{\text{в}}; \quad (4.1)$$

де $\psi_{\text{в}}$ – розрахунковий коефіцієнт сезонності для вертикальних електродів, $\psi_{\text{в}}=1,2$.

$$\rho_{\text{в}} = 500 \cdot 1,2 = 600 \text{ Ом} \times \text{м}.$$

2. Визначаємо опір розтіканню вертикальних електродів із круглої сталі:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left[\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t_1 + l}{4 \cdot t_1 - l} \right] \quad (4.2)$$

де d – зовнішній діаметр електрода; для вертикальних електродів із кутової сталі $d=0,95b$, де b – ширина полиці кута.

$$R_{\text{в}} = \frac{600}{2 \cdot 3,14 \cdot 1} \cdot \left[\ln \frac{2 \cdot 1}{0,95 \cdot 0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,1 + 1}{4 \cdot 2,1 - 1} \right] = 63,2 \text{ (Ом)}.$$

3. Попередньо встановлюємо необхідну кількість паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n = \frac{R_6}{R_3 \cdot \eta_6}, \quad (4.3)$$

де η_6 – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів, для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1.

$$n = \frac{63,2}{10 \cdot 1} \approx 7 \text{ шт.}$$

4. Обчислюємо довжину горизонтального електроду. При рядовому влаштуванні:

$$l_2 = a \cdot (n - 1) \quad (4.4)$$

$$l_2 = 6 \cdot (7 - 1) = 36$$

де a – відстань між вертикальними електродами, м;

$$a = 2 \cdot l_6 \quad (4.5)$$

$$a = 2 \cdot 1 = 3 \text{ м;}$$

n – прийнята кількість вертикальних електродів.

5. Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтального електрода:

$$\rho_2 = \rho_{вим} \cdot \Psi_2 \quad (4.6)$$

$$\rho_z = 500 \cdot 1,6 = 800 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

де ψ_B – розрахунковий коефіцієнт сезонності для горизонтальних електродів,
 $\psi_\Gamma = 1,6$.

6. Установлюємо опір розтіканню струму для горизонтального електрода

$$R_z = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l_z} \cdot l_n \frac{l_z^2}{b \cdot t_0} \quad (4.7)$$

$$R_z = \frac{800}{2 \cdot 3,14 \cdot 36} \cdot \ln \frac{36^2}{0,04 \cdot 0,6} = 20,5 \text{ Ом}.$$

де b_1 – ширина штаби, м.

7. Загальний опір заземлюючого пристрою:

$$R_0 = \frac{R_\Gamma \cdot R_z}{R_\Gamma \cdot \eta_z + R_z \cdot \eta_\Gamma \cdot n} \leq R_\Gamma \quad (4.8)$$

де η_Γ – коефіцієнт використання горизонтальних електродів з урахуванням вертикальних електродів,

$$R_0 = \frac{63,2 \cdot 20,5}{63,2 \cdot 0,89 + 20,5 \cdot 0,83 \cdot 4} = 8,98 \leq R_\Gamma = 10 \text{ Ом}.$$

Отже параметри заземлення вибрані вірно.

4.3 Екологічні наслідки та шкода від техногенних аварій, катастроф

Екологічні наслідки техногенних аварій та катастроф доволі різноманітні. Перш за усе, вони проявляються у тих змінах, що зазнає довкілля під впливом сформованих при цих аваріях, катастрофах факторів ураження. Мається на увазі негативні зміни якісних, кількісних, структурних характеристик об'єктів біосфери, порушення біогеохімічних циклів, процесів біотичної саморегуляції тощо. Як відомо, інколи, під впливом радіоактивних випромінювань, спостерігається прискорення росту деяких видів рослинності, що може розглядатися у якості позитивних наслідків цього впливу. Хоча цей «позитив» у даному випадку повністю не порівнюється із негативними наслідками.

До негативних наслідків екологічного характеру відноситься і погіршення якості компонентів довкілля за рахунок забруднень нехарактерним для нього хімічними та радіоактивними речовинами, а також субстанціями біологічної та іншої природи. Слід відзначити, що екологічні наслідки аварій та катастроф, що проявляються у негативних змінах навколишнього середовища, можуть доволі різко впливати на зниження якості середовища перебування людини. Це зумовлено руйнуванням об'єктів життєзабезпечення біосфери зі збільшенням відходів.

Поняття екологічної шкоди близьке за змістом поняттю «екологічні наслідки». Обидва ці поняття застосовуються при аналізі можливої або фактичної обстановки, що створюється після аварії чи катастрофи, та напрацюванні заходів щодо її нормалізації. Однак при цьому наслідки пов'язуються із пошуком можливості зниження масштабів цих наслідків (на етапі прогностичного оцінювання обстановки) або із заходами щодо їх ліквідації (головним чином на етапі оцінки фактичної обстановки). Поняття є екологічної шкоди застосовується під час прогнозування – у зв'язку із виробленням превентивних заходів щодо її можливого зменшення, при оцінюванні фактичної обстановки – у зв'язку із визначенням шляхів компенсації та відновлення природних, природно-техногенних утворень, екосистем та інших об'єктів біосфери.

Забруднення довкілля при аваріях та катастрофах, зазвичай, несе комплексний характер. Залежно від характеру аварії та факторів ураження, що виникають, може включати фізичну, хімічну та, навіть, біологічну складові.

Фізична складова (фізичне забруднення) при аваріях характеризується забруднювачами – інгредієнтами та фізичними полями, такими як радіоактивні речовини, електромагнітне, теплове, звукове, ультразвукове поля.

Хімічна складова – різного роду прості речовини та хімічні сполуки із числа ксенобіотиків, що непритаманні екосистемам та природним ландшафтам. Сюди відносяться понад усе деякі аварійно хімічно небезпечні речовини, а також звичайні біогени, що у певних кількостях асимілюються природним середовищем.

Біологічна складова – хвороботворні мікроорганізми.

Аналіз природних та техногенних аварій, що мали місце протягом останніх десятиліть, показує, що забруднення довкілля зумовлено однією або декількома сукупностями інгредієнтів та фізичних полів, кількісно чи якісно непритаманних природним біоценозам. Ця обставина є однією із причин тих несприятливих змін екологічної ситуації та умов перебування, що відбуваються при техногенних впливах.

Таким чином, найбільш негативний вплив на довкілля мають природні та техногенні надзвичайні ситуації. Їх наслідки важко ліквідувати, тому що вони охоплюють значні території та мають довготривалий характер.

Найбільший вплив на навколишнє середовище має забруднення атмосфери. Внаслідок того, що атмосферне повітря є невід’ємною складовою життєдіяльності усіх живих організмів, його забруднення найгірше впливає на довкілля у порівнянні із іншими аспектами забруднень.

Захист навколишнього середовища від природних і техногенних надзвичайних ситуацій має актуальне значення. Прогнозування та ліквідація небезпек – одна з головних задач сьогодення.

ВИСНОВКИ

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

1 Визначено службове призначення відцентрової поверхневої водяної помпи для поливу. Проведено аналіз деталі, що є складовою частиною помпи, 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 вузол та його деталей. Проаналізовано діючий технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь корпусу помпи. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні $\varnothing 122H8(+0,063)$ мм розрахунково-аналітичним методом.

3 Запропоновано конструкцію контрольно-вимірювального пристосування, що може бути використано під час операції контролю точності обробки корпусу під час токарної обробки. Виконано розрахунок пристосування на точність.

4 Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки корпусу помпи. Річний економічний ефект для програми випуску 720 шт. склав 40564,8 грн. Окрім того, здійснено розрахунок заземлення за методом «коефіцієнта використання електродів» для токарно-револьверного верстата із ЧПК моделі 1В340Ф30. Приділено увагу екологічним наслідкам та шкоді від техногенних аварій та катастроф.

5 У графічній частині роботи наведено складальний кресленик помпи водяної відцентрової поверхневої, кресленик корпусу, кресленик заготовки корпусу, складальний кресленик пристосування для виконання контрольно-вимірювальної операції результатів механічної обробки.