

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Особливості діагностики та ремонту дросельної заслінки з
використанням технології 3d друку»**

Виконав: студент групи Ат-41

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Аркадій Попко

(ім'я та прізвище)

Керівник: Юрій Габріель

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 629.037

Аркадій Попко. " Особливості діагностики та ремонту дросельної заслінки з використанням технології 3d друку "

//Кваліфікаційна робота. – Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

Розглянуто особливості будови та принципу роботи електронної дросельної заслінки. Проаналізовано датчики положення, що використовують у них. Наведено розрахунок основних параметрів електронної дросельної заслінки. Описано методику діагностування дросельної заслінки. Описано процедуру створення моделі шестерні та її друк на 3d принтері. Наведено заходи з охорони праці та моделювання травмонебезпечних ситуацій. Пораховано штучне освітлення робочого приміщення.

Табл. 4; рис. 15, бібліогр. джерел 22, стор. 57

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Датчики положення	8
1.1.1 Контактні потенціометри.....	9
1.1.2 Датчики вихрового струму	11
1.1.3 Магнітостатичні датчики	11
1.1.4 Кутові датчики Холла.....	12
1.1.5 Магніторезистивні датчики	15
1.2 Електронна дросельна заслінка	15
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	20
2.1 Енергетичний розрахунок приводу.....	21
2.2 Розрахунок передавального відношення.....	21
2.3 Розробка конструктивно-компонувальної схеми модуля.....	22
2.4 Силовий розрахунок	23
2.4.1 Розрахунок сили в зачепленні	23
2.4.2 Розрахунок реакції підшипників	23
2.4.3 Розрахунок сумарних реакцій підшипників	24
2.4.4 Розрахунок моментів, діючих на вал-шестерню	24
2.5 Перевірочний розрахунок двигуна.....	24
2.6 Розрахунок кінематичної точності	25
2.6.1 Розрахунок кінематичної точності зубчастої циліндричної передачі	25
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	28

3.1	Результати досліджень електронної дросельної заслінки	Помилка!
	Закладку не визначено.	
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ..	39
4.1	Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм під час зняття осцилограм	Помилка! Закладку не визначено.
4.2	Розробка заходів щодо зниження аварійності та травматичності у процесі проведення лабораторних робіт...	Помилка! Закладку не визначено.
5	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ	47
	ВИСНОВКИ.....	55
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	56

ВСТУП

В умовах сучасного автомобільного ринку, постійно зростає попит на підвищення ефективності та надійності систем управління двигуном. Одним із ключових компонентів, який впливає на роботу двигуна внутрішнього згорання, є дросельна заслінка. Вона відповідає за регулювання потоку повітря в двигун, що безпосередньо впливає на його потужність, економічність та екологічність. Однак, через високе навантаження та складні умови експлуатації, дросельна заслінка часто зазнає зносу і виходить з ладу, що вимагає своєчасної діагностики та ремонту.

Традиційні методи ремонту дросельної заслінки можуть бути затратними як за часом, так і за фінансовими ресурсами. Водночас, розвиток технологій адитивного виробництва, зокрема 3D друку, відкриває нові можливості для відновлення та виготовлення деталей з високою точністю та мінімальними витратами. Використання 3D друку в автомобільній галузі дозволяє швидко виготовляти необхідні компоненти, забезпечуючи високу якість та відповідність специфікаціям.

У цій кваліфікаційній роботі розглядаються особливості діагностики та ремонту дросельної заслінки з використанням технології 3D друку. Основна увага приділяється аналізу поширених несправностей дросельної заслінки, методам їх виявлення, а також технологічним процесам, пов'язаним з виготовленням і відновленням деталей за допомогою 3D принтерів. Дослідження включає практичні аспекти застосування 3D друку для виготовлення прототипів, проведення експериментальних досліджень і оцінку ефективності використання цієї технології в реальних умовах.

Метою роботи є розробка методології діагностики та ремонту дросельної заслінки, що забезпечить підвищення надійності та економічної ефективності ремонту автомобільних систем. Завдання дослідження включають аналіз існуючих методів діагностики та ремонту, розробку нових підходів з використанням 3D друку, а також проведення порівняльного аналізу ефективності запропонованих рішень.

Результати даного дослідження можуть бути корисними для інженерів, технічних спеціалістів та дослідників у галузі автомобільного транспорту, а також для підприємств, що займаються ремонтом та обслуговуванням автомобілів. Використання сучасних технологій, таких як 3D друк, здатне суттєво покращити процес ремонту дросельних заслінок, знизити витрати та підвищити якість обслуговування, що, у свою чергу, сприятиме зростанню конкурентоспроможності на ринку автомобільних послуг.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Датчики положення

Датчики положення визначають одномірні або багатовимірні положення руху та кутові положення (лінійні та кутові величини) різного типу і в різних діапазонах. До таких вимірювань належать відстані, дистанції, зміщення, рівень заповнення і навіть мінімальні розтяги — усі величини, які можна виміряти в метрах і градусах.

У цій галузі вже давно спостерігається тенденція до переходу на використання безконтактних датчиків, які не зношуються і тому є довговічними та надійними. Проте питання витрат все ще змушує використовувати старі принципи роботи датчиків, оскільки вони здебільшого справляються зі своїми завданнями.

Величини положень належать до "екстенсивних вимірювальних величин", при вимірюванні яких діапазон вимірювань значною мірою визначає розмір датчика (на відміну від "інтенсивних вимірювальних величин" — наприклад, тиск і температура). Тому датчики для вимірювання екстенсивних величин середнього і великого діапазону (наприклад, датчики витрати і зусилля) менш пристосовані до мініатюризації і, відповідно, до економічного масового виробництва. Це правило меншою мірою поширюється на датчики повороту (кута), ніж на датчики швидкості (руху), оскільки величина кута не залежить від щільності потоку. Трубопровід потоку стає істотною складовою датчика, без якого датчик не може бути протестований і калібрований.

Існує велика кількість сфер застосування, в яких положення є справжніми безпосередніми вимірювальними величинами. На практиці інкрементальні системи датчиків часто позначають як кутові датчики, оскільки вони використовуються для вимірювання числа обертів. Проте вони не є кутовими датчиками в істинному розумінні. Для вимірювання кута повороту прирости (суми, на які збільшується величина), виміряні за допомогою цих датчиків, мають підсумовуватися зі знаком плюс. Такі системи вимірювання кутів застосовуються обмежено, оскільки показання лічильника можуть

фальсифікуватися внаслідок імпульсних перешкод. Жорсткі, визначувані опорні сигнали в таких системах можуть допомогти тільки частково. У цих системах абсолютне положення при відключенні робочої напруги втрачається. Збереження кінцевого стану не допоможе, оскільки більшість кутових положень можуть механічно змінюватися у відключеному стані (наприклад, кут повороту рульового колеса).

1.1.1 Контактні потенціометри

Шлейфовий потенціометр, частіше всього сконструйований як кутовий датчик (рис. 1.1), використовує відповідність між довжиною проводу або плівковим резистором (з "Cermet" або "Conductive Plastic") для вимірювання електричного параметра опору.

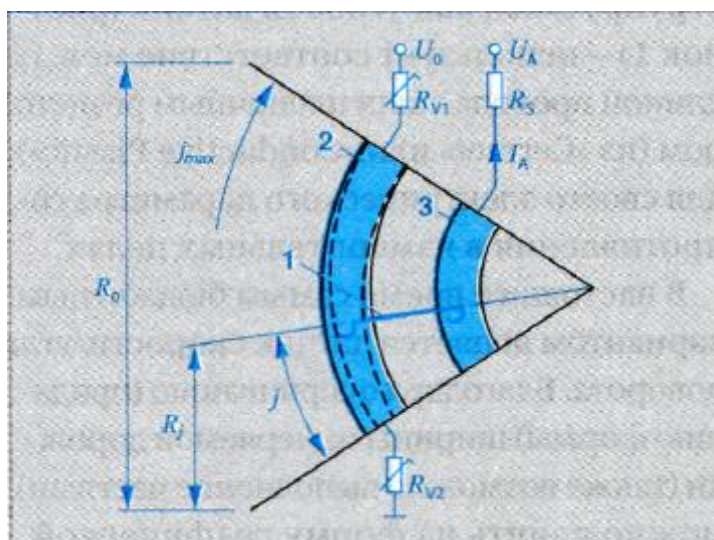


Рисунок 1.1 Контактний потенціометр.

Найбільш бюджетним варіантом сьогодні є датчик швидкості/кута повороту. Завдяки зміні ширини вимірюваної доріжки (можливе також виконання частинами), можна впливати на форму графічної характеристики датчика. Підключення ковзаючого контакту зазвичай здійснюється за допомогою другої контактної доріжки з такою ж поверхнею, під якою прокладений провідниковий матеріал з низьким електричним опором. Для захисту від перевантаження напруга живлення подається на вимірювальну доріжку через менші попередні опори R_V , що також використовуються для обнулення і корекції нахилу характеристики.

Знос і спотворення вимірювальних характеристик можна зменшити за рахунок мінімально навантаженого струму виходу ($I_A < 1 \text{ mA}$) та розміщення в пило- та водонепроникне середовище. Менший знос забезпечується також підбором ковзаючого контакту і доріжки з оптимальним тертям; ковзаючі контакти можуть мати форму "ложки" або "скребка", бути одинарними або складеними, і навіть мати форму "віника".

Попри значні переваги, датчики потенціометрів мають ряд серйозних недоліків.

Переваги потенціометричних датчиків: низькі витрати при виробництві; проста, наочна конструкція; висока вимірювальна ефективність; відсутність потреби в електроніці; хороше протистояння напрузі перешкод; широкий діапазон робочих температур ($< 250^\circ\text{C}$); висока точність (на 1% краща за кінцевий параметр вимірювального діапазону); широкий діапазон вимірювань (практично на 360°); безпроблемне введення дублерів; можливість коректування (лазерна абляція і ін.); гнучка графічна характеристика (змінювана ширина доріжки); гнучкий монтаж (рівна або викривлена поверхня); велика кількість виробників; швидкий відбір зразків.

Недоліки потенціометричних датчиків: Механічний знос внаслідок стирання; Похибки у вимірюваннях через сліди стирання; Проблеми при роботі в рідинах; Перехідний опір між ковзаючим контактом і вимірювальною доріжкою; Від'єднання ковзаючого контакту при сильному прискоренні або вібрації; Обмежені можливості виконання в мініатюрній формі; Перешкоди (шум).

Приклади застосування даних датчиків: датчик педалі газу або модуль педалі газу для визначення бажаного крутного моменту для керування двигуном; датчик рівня заповнення паливного баку; потенціометр положення гідродинамічної муфти (ке- і l-jetronic) для визначення об'єму повітря, що всмоктується двигуном; датчик кута дросельної заслінки для визначення її положення в бензинових двигунах.

1.1.2 Датчики вихрового струму

Якщо електропровідна, рівна або викривлена мембрана (наприклад, з алюмінію або міді) наближається до котушки, що живиться високочастотним вихровим струмом, це впливає на її активний опір і індуктивність. Причиною цього є вихрові струми, що виникають у демпферній пластині (спойлері) через зростаючу магнітну взаємодію. Положення цієї демпферної пластини визначає відстань вимірювання

Висока робоча частота (діапазон MHz, оскільки низькочастотне живлення поглинало б занадто багато електричного струму через низьку індуктивність котушки) вимагає безпосереднього розташування електроніки датчика або екранованого з'єднання - часто навіть переносного. Для перетворення вимірювального ефекту в електричну вихідну напругу можуть використовуватися ефект демпфування (ефективний опір) і ефект заміщення поля (індуктивність). У першому випадку підходить осцилятор змінної амплітуди коливань, у другому - осцилятор змінної частоти або індуктивний дільник напруги, що отримує живлення при постійній частоті.

Принцип вихрового струму дозволяє вирішувати завдання з вимірювань різними способами. Він підходить як для визначення великих відстаней або кутів (існувала майже серійна розробка для дросельної заслінки і педалі газу), так і для дуже малих величин (наприклад, датчики крутного моменту). Оскільки датчики вихрового струму можна виготовляти мікромеханічно, їх застосування в майбутньому має великі перспективи. Цей принцип широко використовується у вимірювальній техніці, що застосовується у виробництві та контролі якості, для точного визначення малих відстаней і товщини шарів у діапазоні мікронів.

1.1.3 Магнітостатичні датчики

Магнітостатичні датчики вимірюють магнітне поле постійного струму. Відрізняючись від магнітних індуктивних (котушкових) датчиків, вони краще підходять для мініатюризації і економічно виробляються за допомогою мікросистемних технологій. Оскільки поля постійного струму легко проникають через пластикові стінки корпусу, а не через ферромагнітний метал, магнітостатичні датчики мають перевагу у можливості ефективного захисту

стаціонарної деталі від зовнішніх впливів за допомогою капсули. Ці капсули, зазвичай виготовлені з постійного магніту або магнітом'якого провідника, також захищають від дії навколишнього середовища. Основними принципами роботи таких датчиків є гальваномагнітні ефекти (ефект Холла та Гауса), а також магніторезистивні ефекти (AMR і GMR).

1.1.4 Кутові датчики Холла.

За допомогою магнітного кільця ("Movable Magnet"), що обертається, а також кількох стаціонарних магнітом'яких провідників можна отримати прямий лінійний вихідний сигнал для кутів більшого діапазону (рис. 1.2). Двофазне поле магнітного кільця проводиться через датчик Холла, розташований між напівкруглими провідниками з прямою провідністю. Ефективний магнітний потік, що проходить через датчик Холла, залежить від кута повороту φ . Цей принцип застосовується в датчиках педалі акселератора.

Похідну форму основного принципу "рухомого магніта" являє собою кутувий датчик Холла типу ARS1 з вимірювальним діапазоном 90° . Магнітний потік постійно намагніченого диска напівкруглої форми передається через полюсний черевик, два провідники з прямою провідністю і феромагнітну вісь. Залежно від кута повороту, потік проходить більшою або меншою мірою через обидва провідники з прямою провідністю, на магнітному шляху яких також знаходиться датчик Холла. Такий магнітний діапазон дозволяє досягти лінійної характеристики.

Якщо датчик Холла розташований трохи за межами середини круга, його характеристика значно відхиляється від синусоїдальної форми. Вона демонструє лише короткий вимірювальний діапазон 90° та довгий відрізок з досить доброю лінійністю, що перевищує 180° . Однак, цей підхід має свої недоліки, зокрема, недостатнє екранування від сторонніх полів, залежність від допусків магнітного контуру, а також коливання інтенсивності магнітного потоку в постійних магнітах в залежності від температури та старіння.

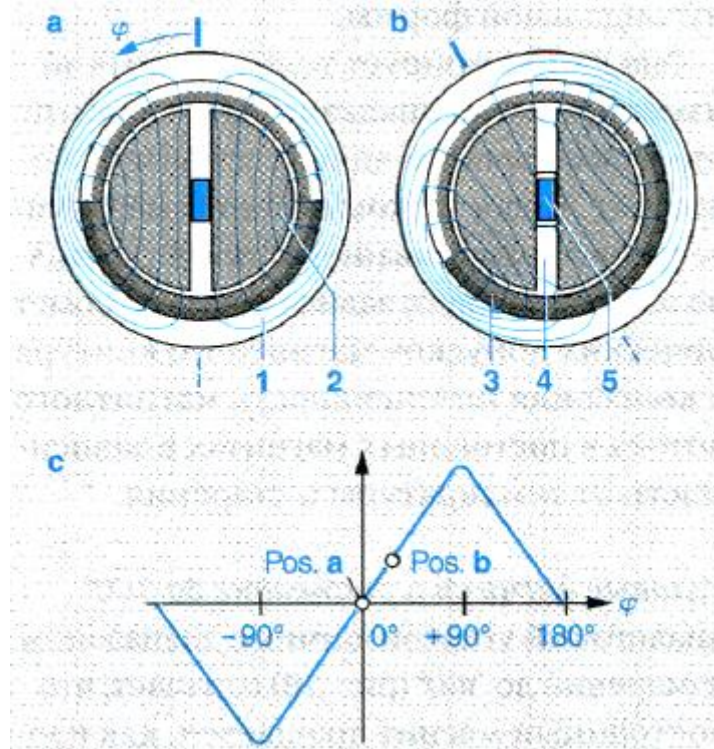


Рисунок 1.2 – Аналоговий кутовий датчик Холла.

Аналоговий кутовий датчик з діапазоном вимірювань до 360° використовує обертовий постійний магніт, як показано на малюнку. Магніт обертається над двома датчиками Холла, розташованими ортогонально. Для зменшення залежності від геометричних допусків, магніт повинен бути достатньо великим.

Обидва датчики Холла розташовуються максимально близько один до одного у частині того ж напрямку постійного магнітного поля розсіювання, яке відтворює положення кута φ постійного магніту. Датчики Холла розміщуються під прямим кутом один до одного і паралельно осі обертання постійного магніту. Таким чином, вони зчитують компоненти x - і y - вектора напруженості поля B , що обертається над ними:

Датчики Холла визначають значення компонентів x - і y - магнітного поля. Компоненти x - і y - використовуються для визначення положення кута φ .

Ця конфігурація дозволяє датчику з високою точністю вимірювати кут повороту постійного магніту, забезпечуючи надійність та точність вимірювань у діапазоні до 360° .

$$U_{H1} = U_x = B \cdot \sin \varphi$$

$$U_{H2} = U_y = B \cdot \cos \varphi$$

На підставі цих двох сигналів можна розрахувати кут φ по тригонометричному співвідношенню $\varphi = \arctg(U_{H1}/U_{H2})$ і надалі цей сигнал оцифровується.

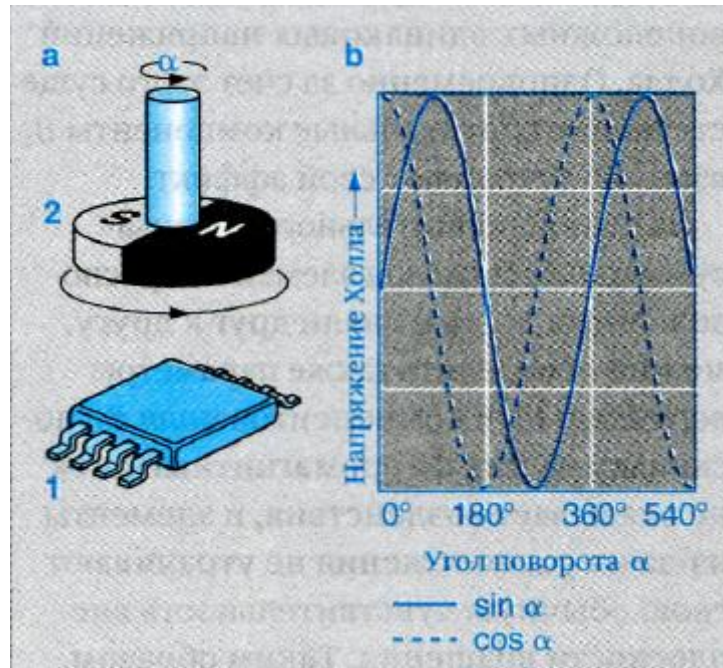


Рисунок 1.3 – Вимірювання кутових переміщень більших 360° .
а – будова, б – форма вихідних сигналів.

Для вимірювання кутів до 360° досить мати постійний магніт круглої форми, який обертається над чіпом датчика з інтегрованим аналізатором сигналу, як показано на рис. 1.3. Магніт має бути намагнічений паралельно до чіпу датчика.

Основні аспекти цього методу включають:

Функція арктангенса: Кут повороту визначається за допомогою функції арктангенса від співвідношення синусоїдальних і косинусоїдальних сигналів, що генеруються датчиком Холла. Це дозволяє отримувати точні вимірювання кута без впливу на інтенсивність магнітного поля, температурну залежність магніта або відстань до поверхні датчика.

Незалежність від параметрів магніта: Послаблення магнітного поля або його старіння не впливають на точність вимірювання, оскільки датчик визначає тільки положення обертання магніта, а не його магнітні параметри.

Цей підхід забезпечує надійне і точне вимірювання кута повороту без додаткових вимог до стабільності магнітного поля або інших зовнішніх факторів, що можуть впливати на замірювання.

Виробник зазначає максимальну власну похибку в діапазоні 360° на рівні $\pm 0,2^\circ$, яку користувач може зменшити під час калібрування. У разі калібрування точність цифрового виходу досягає 10 біт при роздільній здатності 12 біт. При максимальній частоті тактування процесора 20 МГц мінімальна частота дискретизації становить 200 мкс. Сигнал з модульованою частотою може досягати максимуму 1 кГц. Для ініціалізації датчика потрібно 15 мс. Стандартний рівень електромагнітного поля складає близько 40 мТ.

1.1.5 Магніторезистивні датчики

Магніторезистивні датчики використовують поздовжній ефект опору, який також відомий як ефект Гауса. Цей ефект спостерігається на напівпровідникових пластинках і працює разом з поперечним спрямованим ефектом Холла. Елементи, що застосовують цей ефект, називаються "магніторезисторами" (торговельна назва фірми "Siemens") і виготовляються з напівпровідникового матеріалу III-V групи, зокрема, кристалічного антимоніду індію (InSb).

На відміну від датчиків Холла, для магніторезисторів оптимальна пластинка має бути короткою і негнучкою, що дозволяє створювати дуже низький електричний опір. Щоб досягти технічно корисних показників у зоні кОм, велика кількість таких пластинок повинна бути підключена послідовно. Конструкцію можна вдосконалити з використанням нікель-антимонію, який має високу провідність у напівпровідниковому кристалі, розташовуючи пластинки поперек до напрямку руху струму та додатково встановлюючи мікроскопічні голки.

1.2 Електронна дросельна заслінка

Електронне керування дросельною заслінкою є одним із способів покращити характеристики транспортного засобу разом із зменшенням викидів [2]. Через масове виробництво автомобільних деталей і пов'язану з цим відносно низьку технічну якість сухе тертя є дуже значним у приводі дросельної заслінки. Навіть якщо сухе тертя повністю відоме, сухе тертя важко вгадати [3]. Контроль

ЕТБ може бути заплутаний через вплив додаткових сильних пружинних нелінійностей. Значний гістерезис спричинений сухим тертям, яке забезпечує міцну нелінійну форму жорсткості пружини. Поворотна пружина дросельного клапана чинить додаткову силу проти крутного моменту двигуна в напрямку відкриття та забезпечує додаткову силу, яка допомагає клапану реагувати швидше в напрямку закриття. Сума моменту двигуна, що регулюється контролером приводу двигуна, і моменту пружини фактично вказує загальний момент, що діє на пластину клапана [4].

Тому, щоб покращити загальну продуктивність корпусу дросельної заслінки та зменшити затримку, система повинна бути розроблена таким чином, щоб їх нелінійності були компенсовані. Конструктивні параметри, керуючі змінні забезпечать додаткові ступені свободи для оптимізації продуктивності двигуна в широкому діапазоні його роботи [1]. Для роботи потрібне сполучення електродвигуна з дієздатним електронним контролером. Логіка обробки сигналу та деякі інші компоненти використовують сигнал кута клапана як зворотний зв'язок, коли намагаються привести клапан до потрібного кута [5]. Ця установка насправді є контролером дросельної заслінки, який в основному складається з суто електронних компонентів, таких як операційні підсилювачі, конденсатори та резистори. Контролер є виключно аналоговою архітектурою і також може використовуватися з мікроконтролером для досягнення покращеної цифрової архітектури керування [6].

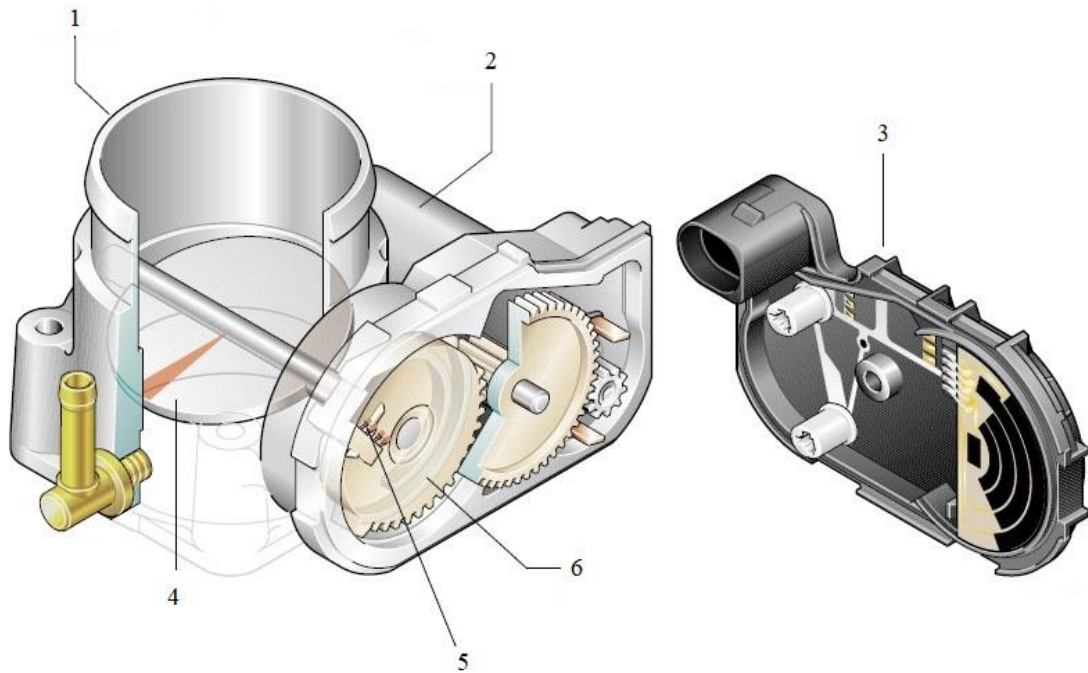
Зважаючи на потребу в зміні крутного моменту з метою забезпечення безпеки руху або зниження витрати палива, блок управління двигуном може автоматично регулювати положення дросельної заслінки, незалежно від того, як положення педалі акселератора вибрав водій. Це дозволяє блоку управління враховувати вимоги водія, екологічні стандарти та інші фактори безпосередньо в процесі регулювання крутного моменту двигуна.

При регулюванні крутного моменту, за допомогою електронного управління дросельною заслінкою, можливе досягнення оптимального значення крутного моменту, за допомогою електронного регулювання роботою двигуна.

Блок управління двигуном координує всі внутрішні і зовнішні вимоги щодо потреби в крутному моменті двигуна, обчислюючи необхідні значення на основі цих вимог. Цей підхід є значно більш точним і ефективним порівняно з механічним керуванням дросельною заслінкою. Внутрішні вимоги включають умови запуску двигуна, обігрів каталізатора, регулювання обертів холостого ходу, обмеження потужності, обертового моменту і складу суміші в вихлопних газах. Зовнішні вимоги включають автоматичну коробку передач (в переключних точках), гальмівну систему (контроль тяги, режим холостого ходу), кліматичну установку (увімкнення і вимкнення компресора) і круїз-контроль.

Педальний модуль використовує датчики для неперервного визначення положення педалі акселератора і передачі відповідного сигналу до блоку управління двигуном. Блок управління враховує цей сигнал для визначення інтенції водія змінити потужність двигуна і реагує відповідним змінням крутного моменту. Для цього блок управління відправляє сигнал у привід дросельної заслінки для відкриття або закриття її відповідно. При цьому враховуються інші вимоги, такі як від кліматичної установки. Цей процес відомий як "електронний привід акселератора" або "дросельної заслінки".

Модуль управління дросельної заслінки забезпечує необхідний об'єм повітря, що потрапляє в циліндри. Вплив на дросельну заслінку здійснюється відповідно до команд блоку управління двигуном. Положення дросельної заслінки постійно моніториться блоком управління за допомогою кутових датчиків, які визначають його положення.



1 – корпус заслінки, 2 – електричний двигун, 3 – кришка із датчиками та платою обробки електричних сигналів, 4 – дросельна заслінка, 5 – контакти датчика положення, 6 – шестірня.

Рисунок 1.4 – Будова електронної дросельної заслінки.

Відкриття і закриття дросельної заслінки здійснюється електродвигуном, який працює за сигналами блоку управління двигуна. Обидва кутові датчики надсилають сигнали до блоку управління про поточне положення дросельної заслінки. Наявність двох датчиків забезпечує підвищену надійність системи.

Привід дросельної заслінки є електродвигуном постійного струму, що контролюється блоком управління двигуна. Цей привід через передатний механізм переміщує дросельну заслінку, забезпечуючи плавне переміщення від положення холостого ходу до положення повного газу.

Положення дросельної заслінки при нижньому механічному обмежувачі визначає, що заслінка закрыта. Цей обмежувач потрібен для встановлення початкового положення модуля управління дросельної заслінки. Нижній електронний обмежувач, який визначається блоком управління двигуна, знаходиться трохи вище за нижній механічний обмежувач. Під час роботи двигуна дросельна заслінка закривається до нижнього електронного обмежувача, що запобігає зіткненню заслінки з корпусом.

Аварійне положення. При відключенні живлення приводу дросельної заслінки вона за допомогою поворотної пружини переміщується в аварійне положення. У цьому положенні автомобіль може рухатися з дуже обмеженими можливостями, при підвищеній частоті обертання холостого ходу.

Верхній електронний обмежувач визначається блоком управління двигуна. Він не впливає на поведінку двигуна, оскільки знаходиться в зоні "хвильових коливань" дросельної заслінки.

Верхній механічний обмежувач розташований вище за верхній електронний обмежувач. Він також не впливає на потужність руху, оскільки знаходиться в зоні "хвильових коливань" дросельної заслінки.

При виході з ладу приводу дросельної заслінки заслінка автоматично переміщується в аварійне положення. Це записується до реєстратора несправностей, і вмикається контрольна лампа електронного приводу акселератора. Водій все ще може керувати автомобілем у аварійному режимі, хоча комфортні функції, такі як круїз-контроль, будуть відключені.

Графіки обох потенціометрів спрямовані один проти одного. Завдяки цьому блок управління двигуна може розрізняти потенціометри та здійснювати перевірочні функції.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Схема електричної дросельної заслінки приведена на рис.2.1.

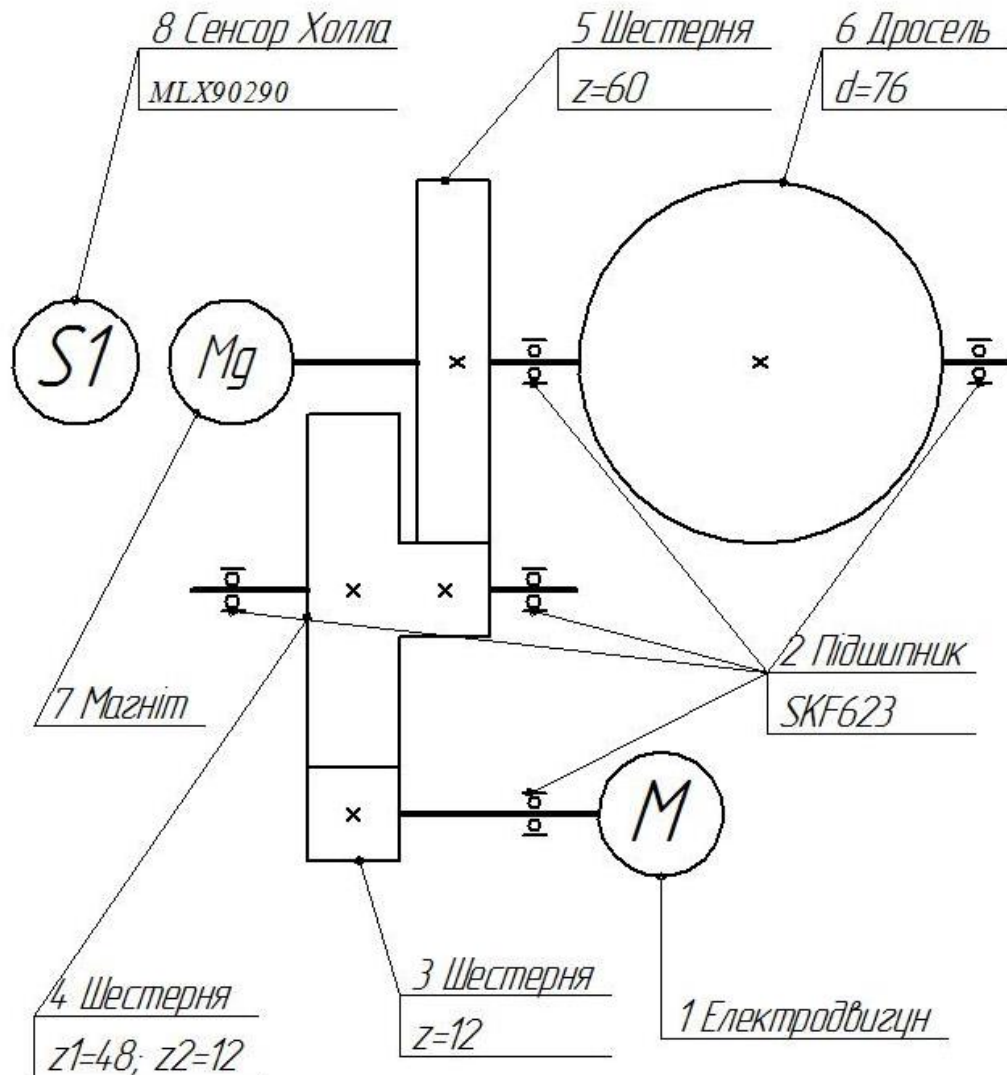


Рисунок 2.1 – Схематичне зображення дросельної заслінки

Рух від двигуна поступає на проміжну рухому шестерню, вал якої кріпиться до корпусу за допомогою однорядних кулькових підшипників. Електродвигун за допомогою шестерні, що закріплена на його валу, передає крутний момент на проміжну шестерню, яка в свою чергу, за допомогою меншої шестерні передає крутний момент на шестерню дросельної заслінки. Шестерня жорстко закріплена на валу чиє коронне колесо кріпиться до корпусу модуля. Положення дросельної заслінки контролюється за допомогою безконтактного датчика, що працює на основі ефекту Холла.

Двигун, шестерні та дросель розташовані в єдиному корпусі, який виготовлений із алюмінієвого сплаву та пластмаси. Керування положенням дросельної заслінки відбувається за допомогою електродвигуна, що в свою чергу керується блоком керування двигуна. За допомогою використання широтно-імпульсного модульованого сигналу відбувається керування поточним положенням та швидкістю переміщення дросельної заслінки. Згідно початкових умов – максимальне переміщення дросельної заслінки становить 90° .

2.1 Енергетичний розрахунок приводу

Метою даного розділу є вибір двигуна відповідно до параметрів, вказаних в завданні на курсовий проект. Згідно початкових даних при повороті дроселя на кут 90° за час $0,5$ с максимальна частота обертання на виході модуля становитиме $\omega_{max} = 5,23599 \text{ рад/с}$, а максимальний момент модуля $M_{MAX} = 12 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Вибір двигуна

Визначимо потужність двигуна по формулі

$$P = M_H \frac{\omega_{вих}}{\eta} K_{дин} \quad (2.1)$$

Підставляючи числові значення у формулу, отримаємо

$$P = 45,6 \text{ Вт}$$

При цьому ККД модуля приймаємо $\eta = 0,91$, а коефіцієнт запасу становить $K_{дин} = 1,1$. На підставі набутого значення потужності вибираємо щітковий електродвигун на постійних магнітах фірми Mabuchi RZ-735VA-9517, що має наступні основні характеристики при напрузі живлення 12 В :

максимальну потужність двигуна P , Вт — 90 ;

максимальний крутний момент двигуна M_{max} , Нм = 1600 ;

максимальну частоту обертання n , хв^{-1} : 17200 .

2.2 Розрахунок передавального відношення

Визначимо загальне передавальне відношення модуля по формулі:

$$i_{заг} \leq \frac{\omega_{дв.мах}}{\omega_{з.мах}} \quad (2.2)$$

Де $i_{заг}$ — загальне передавальне відношення модуля.

Підставляючи числові значення отримаємо

$$i_{\text{заг}} \leq 573.$$

Якщо порахуємо передавальне відношення по моменту, то отримаємо

$$i_{\text{заг}} \geq 8,862$$

Модуль складається із двох відкритих зубчастих циліндричних передач. Приймаємо для циліндричної передачі $i_1 = 5$.

Передавальне відношення другої циліндричної циліндричної передачі приймаємо:

$$i_2 = 6$$

Використовуючи числові значення, отримаємо:

$$i_{\text{заг}} = i_1 * i_2 = 30. \quad (2.3)$$

2.3 Конструктивно-компонувальна схема модуля

На рис.2.1 показана кінематична схема модуля, що включає усі основні його елементи та їх розташування.

Крутний момент з валу електродвигуна М через жорстко закріплену шестерню на його валу безпосередньо поступає великий вінець першої шестерні. В свою чергу із цієї ж шестерні за допомогою малого вінця передача руху відбувається до другої шестерні, що жорстко закріплена на валу, на якому знаходиться дросельна заслінка. Сама дросельна заслінка є підпружиненою, задля забезпечення автоматичного її закриття під час від'єднання напруги живлення із електродвигуна. Момент із двигуна передається на шестерню І, що конструктивно складається із двох шестерень, задля збільшення крутного моменту, що передається від двигуна. Ця шестерня є розміщена в корпусі дросельної заслінки на кулькових підшипниках. В свою чергу ця шестерня за допомогою меншої шестерні передає крутний момент на шестерню, яка безпосередньо є з'єднаною із самою заслінкою. Дросельна заслінка є виготовлена із сплаву Сталь 10 товщиною 2,5 мм, а шестерні із нейлону товщиною 9 мм.

Положення дросельної заслінки безпосередньо визначається за допомогою безконтактного датчика, що працює на основі ефекту Холла MLX90290. Цей датчик зчитує положення заслінки за допомогою магніту, що є закріпленим на осі шестерні, що приводить у рух саму заслінку. Датчик має хорошу

температурну стабільність та час відгуку 12 мкс. Для нашого випадку при опитуванні датчика положення із часом дискретизації 0,7 мс точність вимірювання положення заслінки становить $0,0138174^\circ$ при максимальній швидкості руху заслінки $\omega_{\max} = 3,1415927$ рад/с.

2.4 Силовий розрахунок

2.4.1 Розрахунок сили в зачепленні

Прийmemo ділильний діаметр валу-шестерні на двигуні $d_1 = 0,012$ м

Момент на валу-шестерні M_1 визначаємо по формулі:

$$M_1 = \frac{M_{\max}}{\eta_{ц,з} i_{ц,з}} \quad (2.4)$$

де $\eta_{ц,з}$ – ККД циліндричної зубчастої передачі, що дорівнює 0,91.

Отримаємо $M_1 = 0,43956$ Н·м.

Окружну силу F_t і радіальну F_r в зачепленні вчислимо відповідно по виразу:

$$F_t = 2 \frac{M_1}{d_1} \quad (2.5)$$

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha \quad (2.6)$$

Де α – кут зачеплення, що дорівнює 25° .

Підставляючи числові значення, отримаємо $F_t = 165,33$ Н; $F_r = 77,096$ Н.

2.4.2 Розрахунок реакції підшипників.

Відповідно до основного закону динаміки $\sum M_y = 0$ і $\sum M_z = 0$. Виходячи з цього, отримаємо формулу для визначення реакції підшипників:

$$R_{y1} L_2 = L_1 F_t \quad (2.7)$$

$$R_{z1} L_2 = L_1 F_r \quad (2.8)$$

Де $L_1 = 0,04$ м і $L_2 = 0,07$ м.

Виходячи із співвідношення $\sum F_y = 0$ і $\sum F_z = 0$, отримаємо вираз для визначення складових реакцій в опорах:

$$R_{y2} = R_{y1} - F_t \quad (2.9)$$

$$R_{z2} = R_{z1} - F_r \quad (2.10)$$

Підставляючи чисельні значення, отримаємо, Н:

$$R_{y1} = 44,05497; R_{y2} = 33,04123; R_{z1} = 94,47619; R_{z2} = 70,85714.$$

2.4.3 Розрахунок сумарних реакцій підшипників

Сумарні реакції підшипників визначаємо по виразу:

$$R_1 = \sqrt{R_{z1}^2 + R_{y1}^2}; \quad R_2 = \sqrt{R_{z2}^2 + R_{y2}^2} \quad (2.11)$$

Використовуючи чисельні значення, отримаємо, Н:

$$R_1 = 104,2429; \quad R_2 = 78,18221.$$

2.4.4 Розрахунок моментів, діючих на вал-шестерню.

Для розрахунку використовуємо вираз:

$$M_y = R_1 L_2 \quad (2.12)$$

$$M_z = R_2 L_2 \quad (2.13)$$

Використовуючи чисельні значення, отримаємо, Н:

$$M_y = 7,297; \quad M_z = 5,34728.$$

Сумарний момент визначаємо по формулі

$$M_\Sigma = \sqrt{M_z^2 + M_y^2} \quad (2.14)$$

$$M_\Sigma = 9,121257 \text{ Н.}$$

2.5 Перевірочний розрахунок двигуна

Необхідний момент двигуна визначається по наступній формулі:

$$M_\Sigma = M_{\text{нав}} + M_{\text{дин}} \quad (2.15)$$

де $M_{\text{нав}}$ – момент, що визначається по формулі:

$$M_{\text{нав}} = \frac{M_{\text{max}}}{i_{\text{заг}}} = 0,4 \text{ Н} \quad (2.16)$$

$M_{\text{дин}}$ – момент, що визначається по формулі

$$M_{\text{дин}} = \varepsilon J_{\Sigma \text{ пр}} \quad (2.17)$$

де ε – кутове прискорення валу двигуна, $J_{\Sigma \text{ пр}}$ – сумарний момент інерції деталей модуля, що обертаються, приведений до валу двигуна, визначуваний по формулі

$$J_{\Sigma \text{ пр}} = J_{\text{дв}} + J_1 + J_2 + \frac{J_2}{i_2^2} + \frac{J_1}{i_1^2} + J_{\text{др}} \quad (2.18)$$

де $J_{\text{дв}}$ – момент інерції двигуна, J_1 – момент інерції проміжної шестерні, J_2 – момент інерції шестерні заслінки, $J_{\text{др}}$ – момент інерції дросельної заслінки.

Згідно з табличними даними і розрахунками в системі “КОМПАС” чисельні значення моментів інерції, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$, що становить:

$$J_{\text{дв}} = 0,00001351; J_1 = 0,00001812; J_2 = 0,00001341; J_{\text{др}} = 0,00009629$$

Підставляючи чисельні значення в (2.18), отримаємо

$$J_{\Sigma \text{пр}} = 0,000142427$$

Кутове прискорення знайдемо по формулі

$$\varepsilon = \frac{\omega_{\text{дв.мах}}}{t} \quad (2.19)$$

де t – час розгону двигуна, що становить 0,5 с. Використовуючи числові значення, отримаємо

$$\varepsilon = 3602,36 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-2}$$

Підставляючи числові значення в (2.17), отримаємо

$$M_{\text{дин}} = 0,5130744 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Момент двигуна визначимо, підставляючи чисельні значення в (2.15) :

$$M_{\Sigma} = 0,4 + 0,5130 = 0,9131 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Згідно технічними характеристиками двигуна коефіцієнт форсування двигуна по моменту, допускається до $k_{\phi} = 1,25$. Тоді максимальний момент двигуна знайдемо по формулі

$$M_{\text{дв.мах}} = M_{\text{дв}} k_{\phi} \quad (2.20)$$

де $M_{\text{дв}}$ – номінальний момент двигуна. Використовуючи чисельні значення, отримаємо

$$M_{\text{дв.мах}} = 1,14134 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Необхідний момент двигуна не перевищує його максимального паспортного значення, тому вибраний двигун задовольняє умовам роботи.

Перевірка двигуна за умовами нагріву в курсовому проекті не передбачається, оскільки невизначена циклограма роботи механізму протягом тривалого періоду часу.

2.6 Розрахунок кінематичної точності.

2.6.1 Розрахунок кінематичної точності зубчастій циліндричній передачі

Кінематичну точність циліндричної зубчастій передачі визначимо методом максимуму-мінімуму. При розрахунку мінімальне значення кінематичної

погрішності F_{iomin} зубчастої циліндричної передачі по дузі ділильного кола веденого колеса, мкм, становить

$$F_{iomin} = AK_s(F_{i1} + F_{i2}) = 74,4 \quad (2.21)$$

Максимальне значення кінематичної погрішності, мкм:

$$F_{iomax} = K\sqrt{(F_{i1})^2 + (F_{\Sigma M1})^2} + \sqrt{(F_{i2})^2 + (F_{\Sigma M2})^2} \quad (2.22)$$

$$F_{iomax} = 276,07 \text{ мкм.}$$

де A – коефіцієнт, що враховує міру точності передачі. Для зубчастої передачі 3-ого ступеню точності прийємо $A = 0,67$; K_s і K – коефіцієнт фазової компенсації. Для нашого випадку прийємо слідуючі значення $K_s = 0,28$ і $K = 0,95$. F_i – допуск, мкм, на кінематичну погрішність колеса, обчислювальний по формулі

$$F_i = F_p + F_f = 110 \quad (2.23)$$

де F_p – допуск, мкм, на накопичену погрішність кроку зубчастого колеса, F_f – допуск на погрішність профілю зуба. Для зубчастої передачі 3-ого ступеню точності відповідно до табличних даних прийємо $F_p = 80$ мкм і $F_f = 30$ мкм;

$E_{\Sigma M}$ – сумарна приведена погрішність монтажу, мкм, що визначається згідно формули

$$E_{\Sigma M} = \sqrt{\frac{e_r \operatorname{tg} \alpha^2}{\cos \beta} + (e_a \operatorname{tg} \beta)^2} \quad (2.24)$$

$$E_{\Sigma M} = 15,528$$

де $\alpha = 18^\circ$ – кут зачеплення, град; $\beta = 0^\circ$ – кут нахилу лінії зуба, град;

e_r – монтажне радіальне биття зубчастого колеса, мкм:

$$e_r = 0,85 \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2} = 34 \quad (2.25)$$

де e_i – допуски на погрішності, що створюють первинне радіальне биття колеса, мкм. Для третьої міри точності зубчастого колеса, відповідно до табличних даних приймаємо $e_i = 30$ мкм; e_a – монтажне осьове биття зубчастого колеса, мкм. У цих розрахунках можна приймати $e_a = 5$ мкм.

Підставляючи чисельні значення відповідно до вимог по точності і табличних даних, отримаємо:

$$F_{i1} = 110 \text{ мкм; } F_{i2} = 110 \text{ мкм;}$$

$$F_{iomin} = 41,272 \text{ мкм};$$

$$F_{iomax} = 209,5920 \text{ мкм};$$

$$e_r = 25,5 \text{ мкм};$$

$$E_{\Sigma M1} = 8,28545 \text{ мкм};$$

$$E_{\Sigma M2} = 8,28545 \text{ мкм}.$$

Для знаходження кінематичної погрішності зубчастої передачі в кутових хвилинах використовуємо формулу

$$\delta\varphi = \frac{6,88}{d_2} F_{io}$$

де d_2 – дільний діаметр кола веденого колеса, мм; F_{io} – кінематична погрішність, виражена в мікрометрах.

Підставляючи чисельні значення, отримаємо максимальне і мінімальне значення кінематичної погрішності зубчастої передачі виражену в кутових хвилинах:

$$\delta\varphi_{min} = \frac{6,88}{75} 41,272 = 3,7860$$

$$\delta\varphi_{max} = \frac{6,88}{75} 209,592 = 19,2266$$

Отримані погрішності зубчастої передачі узгоджуються із необхідною точністю позиціонування заслінки.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Методика проведення діагностики електронної дросельної заслінки

Діагностика дросельної заслінки є важливим процесом для забезпечення правильної роботи двигуна внутрішнього згорання. Вона дозволяє виявити можливі несправності та знос компонентів, що можуть впливати на продуктивність двигуна. Нижче наведено покрокову методику проведення діагностики дросельної заслінки.

1. Підготовка до діагностики

1. Підготовка інструментів та обладнання:

- Діагностичний сканер OBD-II.
- Мультиметр.
- Набір ручних інструментів (викрутки, ключі).
- Очисник для дросельної заслінки.
- Лампа або ліхтарик для огляду.

2. Підготовка автомобіля:

- Встановіть автомобіль на рівну поверхню.
- Вимкніть двигун та зніміть ключ із запалювання.
- Відключіть акумулятор для безпеки.

2. Візуальний огляд

1. Огляд дросельної заслінки:

- Від'єднайте повітряний фільтр та повітрязабірник, щоб отримати доступ до дросельної заслінки.
- Огляньте корпус дросельної заслінки на предмет наявності забруднень, корозії або механічних пошкоджень.

2. Перевірка підключень:

- Перевірте електричні з'єднання, проводку та роз'єми на наявність ознак зносу або пошкоджень.
- Переконайтеся, що всі шланги підключені правильно та не мають тріщин або протікань.

3. Електронна діагностика

1. Підключення діагностичного сканера:

- Підключіть OBD-II сканер до діагностичного порту автомобіля.
- Увімкніть запалювання (двигун не заводьте) і запустіть сканер.

2. Читання кодів несправностей:

- Зчитайте та запишіть всі коди несправностей, пов'язані з дросельною заслінкою або системою впуску повітря.
- Розшифруйте коди для визначення можливих проблем (наприклад, несправність датчика положення дросельної заслінки).

3. Перевірка даних в реальному часі:

- Відстежуйте показники датчиків дросельної заслінки (TPS) в реальному часі, такі як положення заслінки, напруга датчиків тощо.
- Переконайтеся, що показники змінюються плавно при натисканні на педаль акселератора.

4. Механічна перевірка

1. Перевірка рухомих частин:

- Обережно вручну відкрийте та закрийте дросельну заслінку, перевіряючи плавність її руху та наявність заїдань.
- Переконайтеся, що заслінка повністю закривається і відкривається.

2. Чистка дросельної заслінки:

- Використовуйте спеціальний очисник для дросельної заслінки, щоб видалити накопичений бруд і нагар.
- Обережно прочистіть заслінку і корпус, уникаючи пошкодження датчиків та електронних компонентів.

5. Тестування після обслуговування

1. Збірка та підключення:

- Встановіть на місце повітрязабірник та повітряний фільтр.
- Підключіть акумулятор.

2. Запуск двигуна:

- Заведіть двигун і дайте йому попрацювати на холостому ході.
- Перевірте, чи не з'являються нові коди несправностей, і переконайтеся, що двигун працює стабільно.

3. Тест-драйв:

- Проведіть короткий тест-драйв для перевірки роботи дросельної заслінки під навантаженням.
- Відстежуйте реакцію двигуна на натискання педалі акселератора та загальну продуктивність.

Можна перелічити такі типові несправності електронної дросельної заслінки:

Відмова датчика положення дросельної заслінки (TPS): неправильні сигнали або відсутність сигналу; знос або пошкодження датчика.

Проблеми з електричним приводом дросельної заслінки: залипання або відмова електродвигуна; пошкодження проводки або роз'ємів; відмова приводу внаслідок зношування.

Засмічення дросельної заслінки: накопичення вуглецю і бруду на заслінці; втрата герметичності ущільнень.

Проблеми з блоком управління (ECU): неправильна робота програмного забезпечення; збої в комунікації між датчиками і ECU; пошкодження самого блоку управління;

Механічні несправності: Зношування або пошкодження підшипників; Деформація або пошкодження осі дросельної заслінки; Поломка пружин повернення.

Проблеми з калібруванням: Некоректне налаштування початкових положень; Порушення калібрування після заміни компонентів.

Корозія або волога в електричних з'єднаннях: Окислення контактів; Потрапляння вологи, що може викликати коротке замикання.

При будь-яких несправностях дросельної заслінки засвічується лампа "Check Engine" на панелі приладів та зберігається код несправності, що стосується дросельної заслінки.

На рис. 3.1 зображено демонтовану несправну дросельну заслінку із дизельного двигуна СВАА автомобіля Volkswagen Golf 2.0 TDI. На рис. 3.2 зображено кришку заслінки із вбудованим датчиком положення заслінки.



Рисунок 3.1 – Демонтована дросельна заслінка



Рисунок 3.2 – Кришка дросельної заслінки із безконтактним датчиком положення

На рис. 3.3 показано фото шестірні дросельної заслінки, яка і є винуватцем несправності цілого механізму, який мав властивість підклинювати при певних режимах роботи.



Рисунок 3.3 – Несправна шестірня дросельної заслінки

Для ремонту даного вузла прийнято рішення зробити нову шестірню заслінки за допомогою використання технології 3D друку із нейлону.

3.2 Проектування шестерні в середовищі SolidWorks.

Щоб створити шестерню у програмі SolidWorks, потрібно зайти в меню Toolbox (рис.3.4), після чого потрібно вибрати стандарт та тип деталі

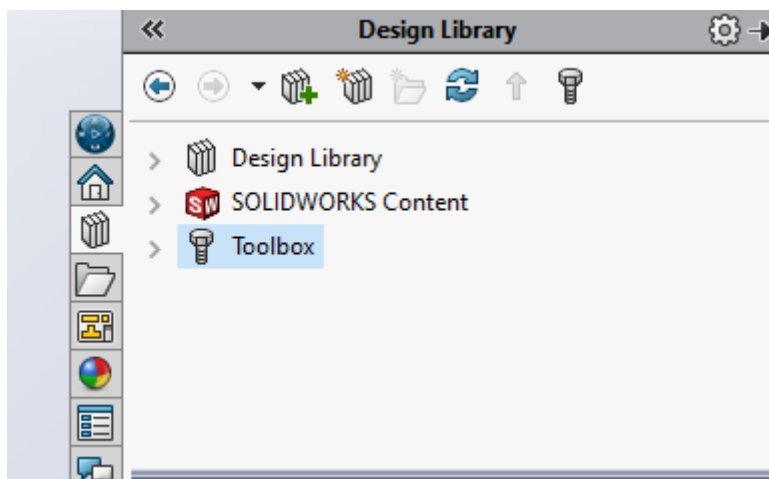


Рисунок 3.4 – Меню Toolbox

Після замірів деталі визначаємо модуль зуба за допомогою ділення діаметру шестерні на кількість зубів, отримуємо такі значення:

Кількість зубів 50, модуль 0.8.

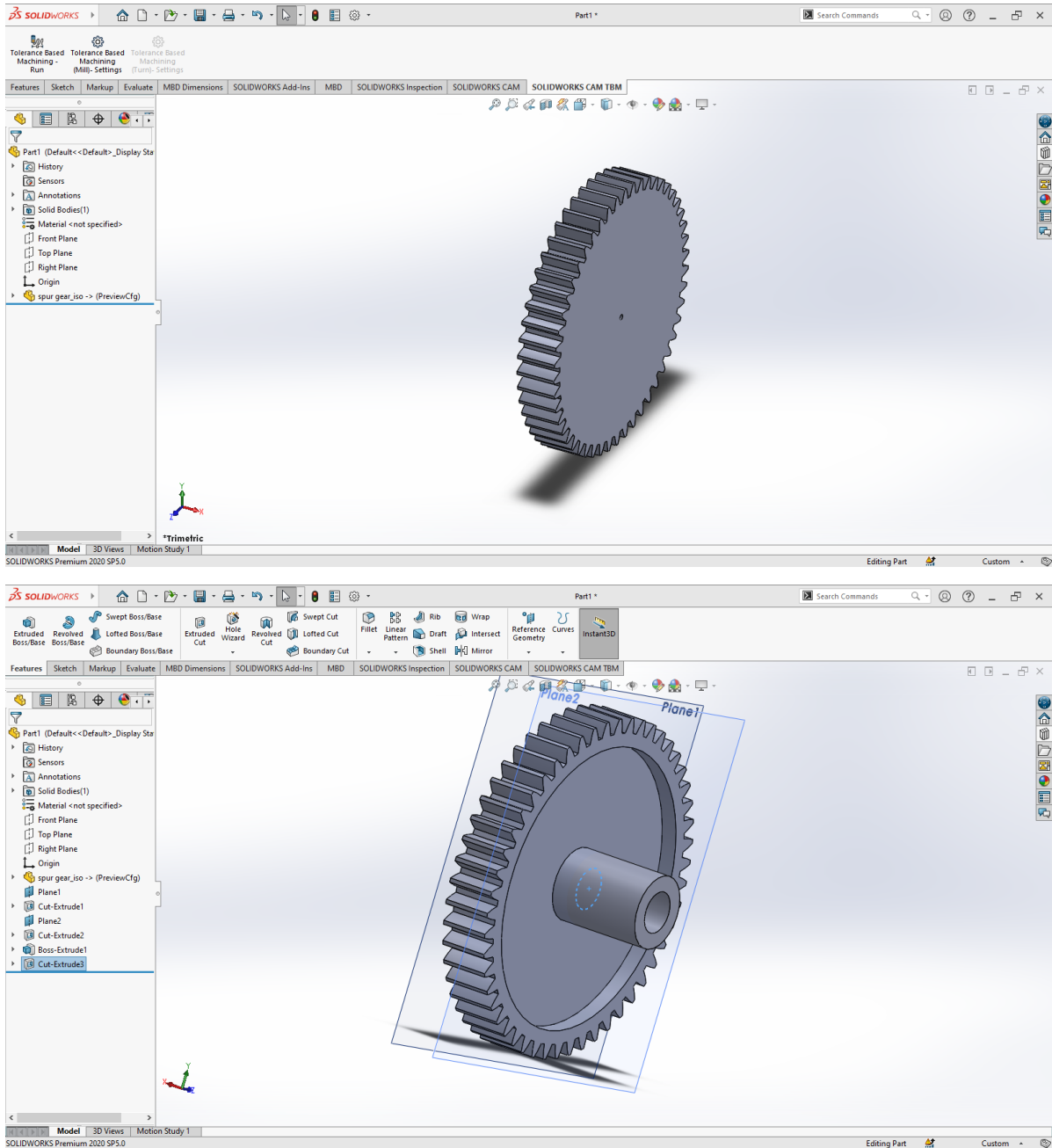


Рисунок 3.5 – Проектування шестерні в SolidWorks.

За допомогою інструментів міняємо вигляд деталі та додаємо другу шестерню на неї.

Модуль другої шестерні 1.25; кількість зубів 11

Для того щоб створити таку шестерню у програмі solidworks потрібно знайти в правій частині екрану вкладку toolbox Після чого потрібно вибрати певний стандарт , після чого потрібно вибрати тип шестерні.

Коли тип шестерні вже вибрано потрібно ввести її модуль зуба, товщину, та кількість зубів, після чого її потрібно зберегти.

Для того щоб редагувати її потрібно завершити створення деталі натиснувши на галочку, після цього деталь пропаде з екрану, після чого потрібно буде з вкладки toolbox перетягнути її мишкою на робочу область solidworks

Для редагування косметики деталі потрібно створити площину паралельну до сторони обробки, після чого створити ескіз та окреслити її область

Наступним кроком буде видавлення або вирізання певної області деталі, після чого робляться фаски, або скруглення. Отримуємо готову модель нашої шестерні (рис.3.6).

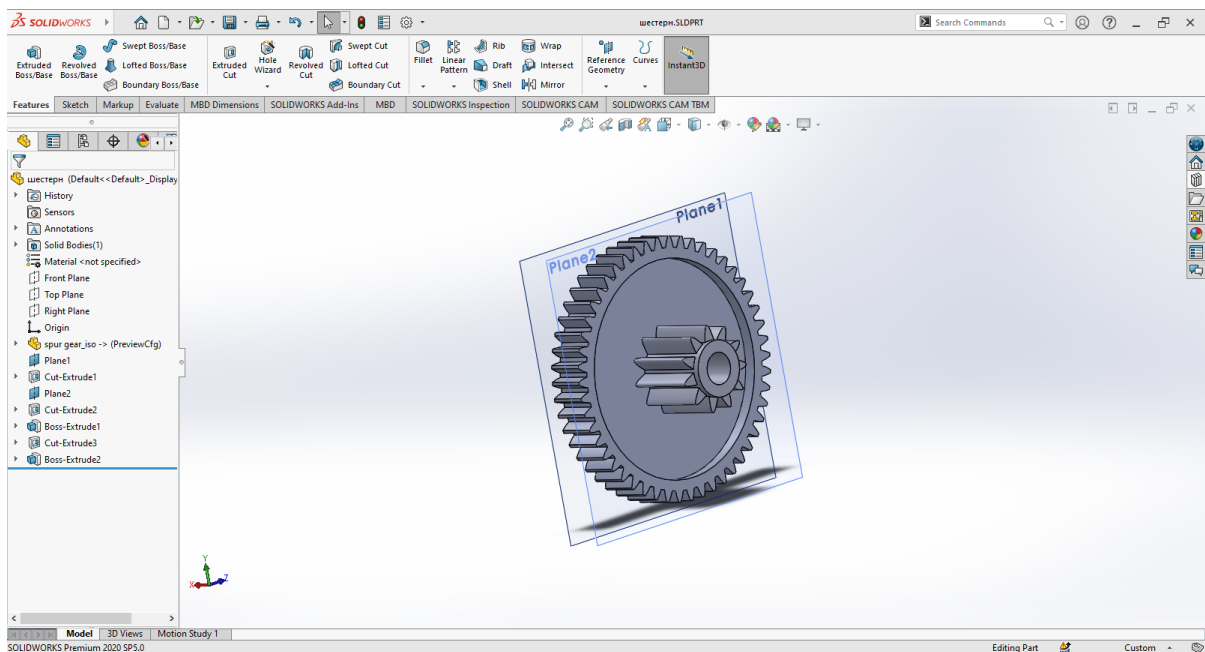


Рисунок 3.6 – Готова модель шестерні.

Далі зберігаємо шестірню у форматі 3mf для подальшої можливості її експорту у програму-слайсер для слідуючого виготовлення її за допомогою 3D принтера.

3.3 Підготовка до 3D друку та друк моделі

Ultimaker Cura це популярне програмне забезпечення для підготовки 3D-моделей до друку на 3D-принтері. Наведемо покрокову послідовність друку 3D-принтером у середовищі Ultimaker Cura.

Імпорт 3D-моделі

Натисніть "Open File" або перетягніть файл у робочу область Cura.

Підтримуються формати STL, OBJ, 3MF та інші.

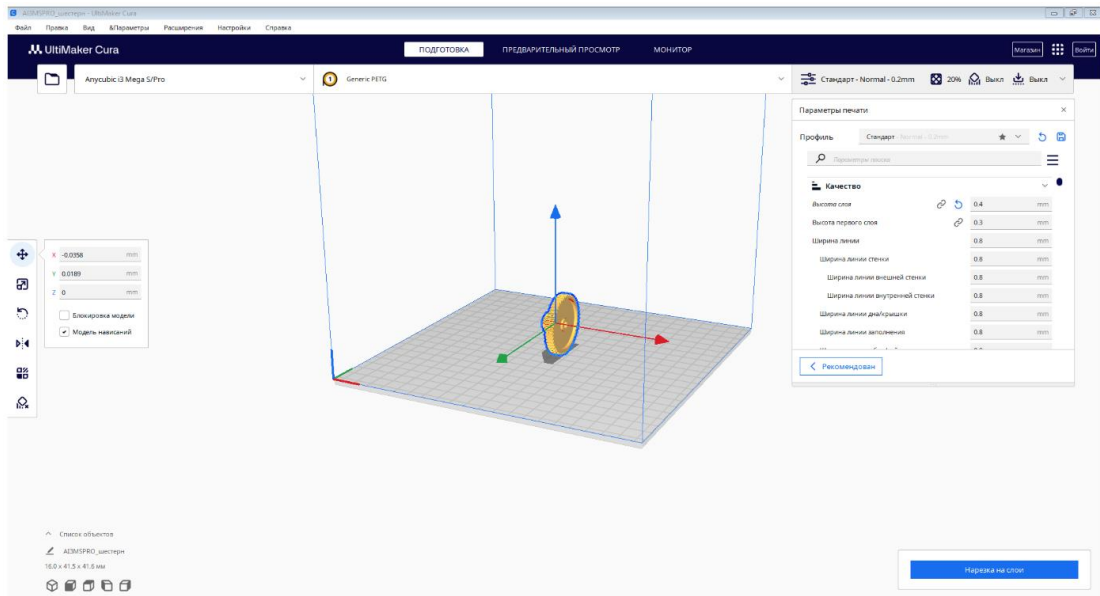


Рисунок 3.7 – Імпорт моделі шестерні

Налаштування параметрів друку та розміщення моделі

Розмістіть модель на платформі друку, використовуючи інструменти переміщення, обертання та масштабування.

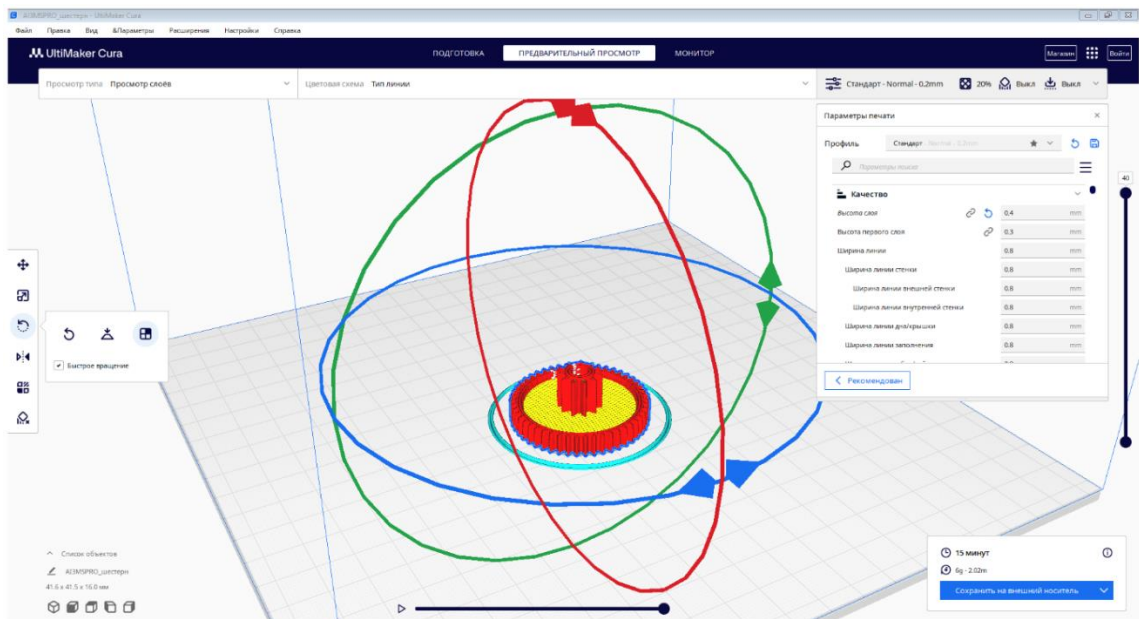


Рисунок 3.8 – Розміщення моделі та процедура слайсингу

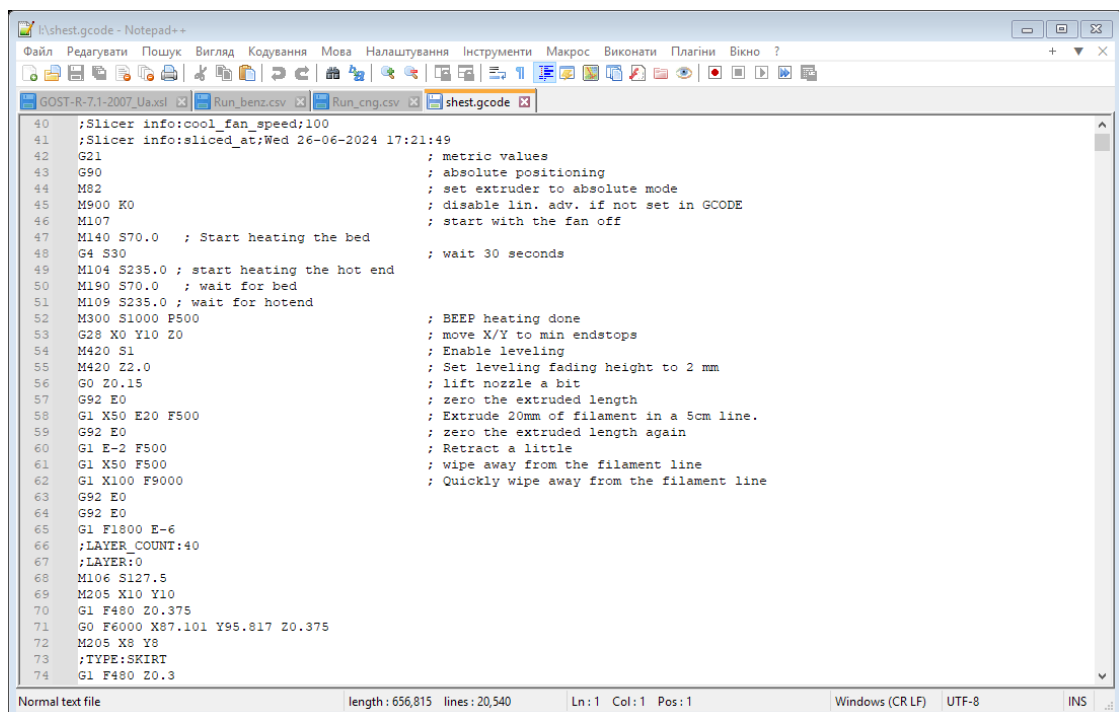
Налаштуйте такі параметри, як висота шару, швидкість друку, температура сопла, температура платформи, кількість підтримок та інші (табл. 3.1).

Генерація G-коду

Програмування систем числового програмного управління (ЧПУ) та 3D принтерів виконується за допомогою G-коду. G-код є загальною мовою програмування, яка регламентується стандартами ISO 6983-1:1982 та ГОСТ

20999-83. Незважаючи на загальну стандартизацію, G-код має безліч реалізацій і доповнень, що вводяться переважно розробниками апаратних засобів ЧПУ, але це не заважає йому залишатися основним стандартом у цій галузі.

Загальна програма, що написана з використанням G-коду, складається з окремих рядків, кожен з яких містить набір керуючих команд. Ці команди можуть вказуватися в будь-якому порядку, але для зручності відображення програми системи ЧПУ зазвичай розміщуються у такій послідовності: спочатку команди підготовчого характеру, потім команди керування переміщеннями, далі - команди щодо вибору режимів обробки матеріалу і в кінцевому рядку - технологічні команди.



```

40 ;Slicer info:cool_fan_speed:100
41 ;Slicer info:sliced_at:Wed 26-06-2024 17:21:49
42 G21 ; metric values
43 G90 ; absolute positioning
44 M82 ; set extruder to absolute mode
45 M900 K0 ; disable lin. adv. if not set in GCODE
46 M107 ; start with the fan off
47 M140 S70.0 ; Start heating the bed
48 G4 S30 ; wait 30 seconds
49 M104 S235.0 ; start heating the hot end
50 M190 S70.0 ; wait for bed
51 M109 S235.0 ; wait for hotend
52 M300 S1000 F500 ; BEEP heating done
53 G28 X0 Y10 Z0 ; move X/Y to min endstops
54 M420 S1 ; Enable leveling
55 M420 Z2.0 ; Set leveling fading height to 2 mm
56 G0 Z0.15 ; lift nozzle a bit
57 G92 E0 ; zero the extruded length
58 G1 X50 E20 F500 ; Extrude 20mm of filament in a 5cm line.
59 G92 E0 ; zero the extruded length again
60 G1 E-2 F500 ; Retract a little
61 G1 X50 F500 ; wipe away from the filament line
62 G1 X100 F9000 ; Quickly wipe away from the filament line
63 G92 E0
64 G92 E0
65 G1 F1800 E-6
66 ;LAYER_COUNT:40
67 ;LAYER:0
68 M106 S127.5
69 M205 X10 Y10
70 G1 F480 Z0.375
71 G0 F6000 X87.101 Y95.817 Z0.375
72 M205 X8 Y8
73 ;TYPE:SKIRT
74 G1 F480 Z0.3

```

Рисунок 3.9 – Частина G-коду згенерованого програмою Ultimaker Cura Натисніть "Slice" для генерації G-коду на основі обраних параметрів.

Перегляньте попередній перегляд слоїв, щоб перевірити правильність генерації. Натисніть "Save to File" або збережіть безпосередньо на SD-карту/USB-накопичувач. Переконайтесь, що G-код збережений у форматі, який підтримує ваш 3D-принтер.

Перед друком слід дотримуватись таких рекомендацій: нейлон дуже гігроскопічний, тому перед друком його слід ретельно висушити; переконайтесь, що принтер правильно калібрований для забезпечення рівномірного першого

шару; використовуйте клейову основу або спеціальні адгезивні спреї для покращення зчеплення першого шару з платформою; мінімізуйте або вимкніть обдув, щоб запобігти деформації шарів; налаштуйте параметри так, щоб уникнути перегріву деталі, що друкується, особливо при довготривалому друці.

Таблиця 3.1 – Оптимальні параметрами для 3D-друку нейлоном у середовищі Cura:

Параметр	Значення
Температура друку	240-260°C
Температура платформи	70-90°C
Швидкість друку	30-60 мм/с
Швидкість руху	60-100 мм/с
Висота шару	0.1-0.2 мм
Ретракт (довжина)	5-7 мм
Ретракт (швидкість)	30-50 мм/с
Ширина екструзії	100% (1.0 від діаметра сопла)
Перший шар (висота)	100-150%
Перший шар (швидкість)	20-30 мм/с
Обвідна вентиляція	Вимкнено або $\leq 20\%$
Заповнення	20-50%
Ширина стінки	1.2 мм (3 периметри)
Адгезія до платформи	Brim (облямівка) або Raft (підкладка)
Різьба спіральна (Зет) підйом	0.2-0.4 мм
Потік (екструзійний множник)	100-105%

Фото надрукованої шестерні відтворено на рис.3.10.



Рисунок 3.10 – Надрукована шестерня

Після виготовлення шестерні було проведено її постобробку за допомогою напилків та гострого ножа для усунення задирок та забезпечення точності. Після цього шестерню було встановлено в електронну дросельну заслінку. Для забезпечення правильної роботи та інтеграції нового компонента було виконано адаптацію дросельної заслінки за допомогою діагностичного обладнання. Цей процес включав калібрування та тестування системи для перевірки її функціональності. В результаті виконаних робіт працездатність електронної дросельної заслінки була повністю відновлена, що дозволило забезпечити стабільну і надійну роботу двигуна.

Такий дослід доказує можливість ремонту деталей механізмів за допомогою 3D друку.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз робіт та моделювання травмонебезпечних ситуацій

Процеси формування та виникнення аварій, а також виробничих травм є випадковими подіями (явищами), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію і пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події. Усі початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) слід виявляти у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Поняття «початкові події» введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва. Якщо на схемах, що зображують процеси перебігу випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації (табл. 4.1) складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистичне залежними або незалежними. Статистичне залежні події – це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо кожна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть з'являтися незалежно одна від одної, то такі події є статистичне незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні - послідовно.

Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу) подій. Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації виробничого обладнання в галузях автомобільного господарства, описані і побудовані логічні моделі різні за формою і характером подій. [22]

більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений [21, 22].

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків (табл. 4.1). Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію (явище), що є причиною (однієї з причин) формування досліджуваного процесу. Метод логічного моделювання травмонебезпечних аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

4.2 Заходи з охорони праці під час виконання технологічної операції

Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів необхідно виконувати згідно з Положенням про профілактичне обслуговування та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту, Правилами технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту.

Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів проводяться на спеціально відведених ділянках, робочих місцях (постах), які оснащені необхідним устаткуванням, пристроями, інструментом, приладами згідно з нормативно-технологічною документацією.

Розташування постів профілактичного обслуговування та ремонту, відстань між автомобілями, що установлені на цих постах, а також між автомобілями і конструкціями будівель повинні відповідати нормам технологічного проектування.

Установлювати автомобілі в кількості, що перевищує норму, порушувати спосіб розстановки, зменшувати відстань між транспортними засобами і елементами будівель забороняється.

Виробниче устаткування і робочі місця слід розташовувати з урахуванням безпеки працюючих, зручності при виконанні технологічних операцій згідно з нормами технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту ОНТП 01-91.

Робітники, які проводять обслуговування та ремонт транспортних засобів, агрегатів, вузлів та деталей, повинні мати справні інструменти та пристрої, що відповідають вимогам безпеки.

Перед початком роботи слід перевірити весь інструмент, несправний інструмент необхідно замінити.

Під час роботи устаткування не допускається його чищення, змазування або ремонт.

Пристрої та інструменти, необхідні для виконання робіт, повинні використовуватись за призначенням, їх слід розміщувати у легкодоступних місцях таким чином, щоб виключалась можливість випадкового переміщення або падіння.

Для зняття, установлення, а в окремих випадках транспортування деталей, вузлів, агрегатів вагою більше 20 кг необхідно використовувати підйомно-транспортні механізми, які обладнані спеціальними пристроями (захватами).

Під час проведення робіт на постах обслуговування та ремонту, діагностики автомобілів з працюючим двигуном повинні застосовуватись пристрої для відведення відпрацьованих газів.

Забороняється у виробничих приміщеннях, де знаходяться автомобілі, у баках та балонах яких є паливо, зберігаються або використовуються горючі та легкозаймисті матеріали і рідини (бензин, гас, стиснутий і зріджений горючий газ, фарби, розчинники, стружка, вата тощо), користуватися відкритим вогнем.

Відходи виробництва, відпрацьовані матеріали тощо повинні після кожної роботи прибиратися з робочого місця. Пролиті легкозаймисті та горючі матеріали повинні бути негайно видалені.

Прибирати робочі місця від пилу, ошурків, стружки, дозволяється тільки щіткою. Забороняється здувати їх стиснутим повітрям.

Пуск двигуна та зрушення автомобіля з місця, його в'їзд і виїзд з виробничих приміщень слід проводити за умови забезпечення безпеки працюючих.

Забороняється знаходження сторонніх людей на робочих місцях, де відбуваються роботи з підвищеною небезпекою.

Особи, зайняті на роботах з профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів, повинні використовувати засоби індивідуального захисту. Особи, які проводять перевірку технічного стану, обслуговування та ремонт транспортних засобів на оглядових канавах, підйомниках та естакадах, повинні працювати у захисних касках.

4.3 Розрахунок штучного освітлення зони технічного обслуговування

Світло має велике значення для роботи і збереження здоров'я людини, так як діє на органи зору, а через них на центральну нервову систему. Раціональне освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль у створенні сприятливих і безпечних умов праці.

Недостатнє або неправильно виконане освітлення примушує робочого ближче нахилитися до оброблюваної деталі, що збільшує небезпеку пошкодження лиця або очей.

Результати дослідження показують, що покращення виробничого освітлення забезпечує: підвищення продуктивності праці і зниження браку продукції в середньому на 1,5-2%, зниження втомлюваності працюючих в 1-1,5 рази, зменшення числа нещасних випадків на 30%.

В залежності від джерела світла освітлення поділяється на природне, штучне і суміщене [21, 22].

В проєктованій зоні є суміщене освітлення, тобто природне світло потрапляє туди через вікна і двері, але його недостатньо для забезпечення нормальної видимості, тому виконано розрахунок штучного освітлення.

Освітлення у виробничих приміщеннях характеризується рядом кількісних і якісних показників. Кількісні показники це світловий потік Φ , сила світла I , освітленість E , яскравість L коефіцієнт відбиття ρ . Якісні показники це: фон, контраст K , коефіцієнт пульсації k_p .

Величина нормованої освітленості E_n регламентується СНіП II 4-79 в залежності від розряду роботи з врахуванням фону, контрасту між об'єктом і

фоном. Норми освітлення робочих поверхонь у виробничих приміщеннях наведені у спеціальних таблицях.

Розрахунок загального штучного освітлення виконується методом коефіцієнта використання або методом граничної потужності. Метод граничної потужності є менш точним. Даний метод дозволяє визначити світловий потік ламп, необхідний для достатньо великої території. В місцях, де освітлення не відповідає нормам використовують комбіноване освітлення. Воно складається із загального та місцевого освітлення.

$$P = P_u \cdot S = 10,8 \cdot 90 = 972 \text{ Вт}, \quad (4.1)$$

де P – електрична потужність ламп, Вт;

P_u – питома потужність, Вт/м²;

S – площа приміщення, м².

Маючи питому потужність ламп, можна визначити кількість ламп певної потужності. У розроблювальній зоні використовуються світлодіодні лампи потужністю 40 Вт, їх світлова віддача становить 44-70 лм Вт, термін служби таких ламп становить 10000 год.

$$n = P/P_l = 16393,6/400 = 40,98$$

Приймаємо $n=6$ шт.

Лампи використовуються разом із світильниками. Світильники призначені для перерозподілу світлового потоку з метою підвищення економічності освітлювальної установки, для захищення очей від дії джерел світла великої яскравості, для захисту джерел світла від забруднення і механічного пошкодження, забезпечення пожежної і вибухової безпеки, для закріплення лампи. Світильники є трьох типів: прямого світла, розсіяного і відбитого. По призначенню діляться на світильники загального і місцевого освітлення. При використанні люмінесцентних ламп для освітлення виробничих приміщень з малою запиленістю і нормальною вологістю використовуються світильники типу ОД, а в приміщеннях з вмістом пилу і вологи закриті світильники ПВЛ (пилевологозахисний люмінесцентний)

Вихідні дані:

$a = 10$ м – довжина приміщення ;

$b = 9$ м –ширина приміщення;

$H = 4,2$ м –висота приміщення;

Поверхні стендів, столів знаходяться на висоті $h_p = 1,0$ м.

Мінімальна освітленість, враховуючи категорію робіт, 200 лк.

Площа приміщення $S=90$ м².

Коефіцієнт запасу освітленості $K=1,5$ при коефіцієнті нерівномірності освітлення $Z=1,2$.

Враховуючи специфіку дільниці використаємо світильник з матовим склом. З конструктивних міркувань висота підвіски світильника.

$$h_c = (0.2 - 0.6)H = 0,5 \cdot 4,2 = 2,1 \text{ м.}$$

Проведемо розрахунок:

Висота підвішування світильника.

$$H_c = H - h_c - h_p = 4,2 - 2,1 - 1,0 = 1,3 \text{ м;}$$

$$\frac{L}{H_c} = 2.82$$

тоді

$$L = 1,3 \cdot 2,82 = 3,68 \text{ м.}$$

Кількість світильників визначаємо за формулою:

$$n = \frac{S_n}{L^2} = \frac{90}{3,68^2} = 6.02$$

Приймаємо 6 світильників. Причому розміщуємо їх в 2 ряди: в I – 3 світильники, в II – 3 світильники.

Визначаємо показник приміщення

$$i = \frac{S_n}{H_c(a + b)} = \frac{90}{1.3(10 + 9)} = 3.64$$

Визначаємо коефіцієнт використання установки: при $i = 3.64$ для вибраного типу світильника $\eta = 57\%$ – коефіцієнт використання світлового потоку ламп; $\rho_c = 70\%$ – коефіцієнт відбиття стелі; $\rho_{ст} = 50\%$ – коефіцієнт відбиття стін.

Визначаємо світловий потік однієї лампи за формулою:

$$F_l = \frac{E_{min} S_{nzk}}{n \cdot \eta} = \frac{200 * 90 * 0.5 * 0.7}{6 * 0.57} = 1842 \text{ лм}$$

Згідно ДСТУ 2039-60 вибираємо лампу потужністю 100 Вт при напрузі $U=220 \text{ В}$ з фактичним світловим потоком 3000 лм.

Фактична освітлюваність

$$E_{\phi} = E_{min} \frac{F_{лфакт}}{F_l} = \frac{200 \cdot 3000}{1842} = 325 \text{ лм}$$

Висновок: згідно розрахунку штучне освітлення на ділянці відповідає вимогам існуючих норм, так як $E_{\phi} > E_{min}$.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

Економічна ефективність характеризує доцільність стосовно прийняття економічних рішень, відносно способу використання матеріальних, трудових та грошових ресурсів. Вона визначається за допомогою типових методик, в яких зазначено способи розрахунку і обґрунтувань ефективності капітальних вкладень при застосуваннях технології рішень в галузі організації та автоматизації сервісних робіт [22].

Порівняльна ефективність капітальних вкладень охарактеризовує економічну доцільність одного варіанту технічного рішення у порівнянні з іншими, а також оптимальність вибраного способу.

Показником порівняльної економічної ефективності технічних рішень є мінімальні приведені затрати, що являють собою суму поточних та експлуатаційних річних затрат та капітальних вкладень, приведених відносно одного року, відповідно до встановлених нормативів. Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень:

$$C_i + E_n + K_i \rightarrow \min$$

де C_i - поточні затрати (собівартість);

K_i - капітальні вкладення;

E_n - нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капітальних вкладень.

Річний економічний ефект від впровадження варіанту запропонованих технічних рішень, при якому забезпечується мінімальна сума експлуатаційних витрат та приведених капіталовкладень, визначають різницею між приведеними річними затратами в існуючих умовах та в умовах варіанта технічних рішень з обліком за новим варіантом Q_2 [18]

$$\Delta_p = [(C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2)] \cdot Q_2$$

Розрахувати економічну ефективність поданої магістерської роботи можемо шляхом запровадження запропонованої методики проведення комп'ютерної діагностики на підприємстві, що проводить технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів. Наведемо економічний розрахунок для пункту ТО та ПР систем безпосереднього впорскування палива

автомобіля при спорудженні окремої дільниці станції техобслуговування та використання в якості робочої сили двох працівників.

Збільшити коефіцієнт корисної дії роботи робітників під час проведення діагностики та ремонту автомобілів із системами безпосереднього впорскування палива можна за допомогою використання діагностичних карт та використання удосконалених приладів для діагностики. До таких параметрів належать:

- розробка діагностичних карт для проведення діагностики;
- використання цифрових осцилографів та сенсорів струму при діагностиці;
- вдосконалення якості проведення діагностики та ремонту.

Для невеликих станцій технічного обслуговування при проведенні діагностики та ремонту паливних систем безпосереднього впорскування є важливим на заключному етапі провести правильне налагодження та адаптацію системи в цілому та перевірити її на працездатність при різних режимах роботи.

Для цього нами пропонується розмістити поряд з іншим обладнанням на дільниці діагностично-профілактичний пристрій який дозволяє виконати дану профілактичну дію.

5.1 Визначення фонду зарплати

Основна заробітна плата .

$$Z_{\text{осн}} = T_{\text{дм}} * C_p * k_d , \text{ грн.}$$

де , $T_{\text{дм}}$ –трудомісткість станції діагностики та ремонту ,

$$T_{\text{дм}} = 4800 \text{ люд.год.};$$

C_p – годинна тарифна ставка працівника , $C_p = 40 \text{ грн./год.}$;

k_d – коефіцієнт доплат за неурочний час , $k_d = 1,03$;

$$Z_{\text{осн}} = 4800 * 40 * 1,03 = 197760 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата .

Додаткова заробітна плата $Z_{\text{дод}}$ береться в розмірі 10 % від основної зарплати :

$$Z_{\text{дод}} = 0,1 * Z_{\text{осн}} = 0,1 * 197760 = 19776 \text{ грн.}$$

Нарахування на зарплату виробничого робітника береться в розмірі 37,5% від основної та додаткової зарплати , взятих разом .

$$Z_{\text{нар}} = 0,375 * (197760 + 19776) = 81576 \text{ грн.}$$

Вартість запасних частин, які використовують на один процес загальної діагностики та ремонту системи безпосереднього впорскування палива при розрахунку на 1 одиницю становить 1000 грн.

Приймаємо, що трудомісткість обслуговування одного авто становить в середньому 5... 7 люд.-год., то виробнича програма становитиме 600 авто/рік.

Сума запасних частин на виробничу програму складе:

$$C_{\text{зч.}} = 600 * 1000 = 600000 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів та нафтопродуктів, що використовуються при проведенні ремонту, складає 210 грн., а отже на виробничу програму становить:

$$C_{\text{мд}} = 600 * 210 = 126000 \text{ грн.}$$

Загальна заробітна плата виробничим робітникам:

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}} + Z_{\text{нар}} = 98880 + 9888 + 40788 = 153634,8 \text{ грн.};$$

Загальна сума прямих затрат в проектному періоді складе:

$$C_{\text{по.в.}} = 142800 + 212350 = 355150 \text{ грн.}$$

Накладні витрати $C_{\text{н.в.}} = C_{\text{з.в.}} + C_{\text{з.г.}} + C_{\text{п.в.}}$

де, $C_{\text{з.в.}}$ – загальновиробничі витрати, грн.;

$C_{\text{з.г.}}$ – загально господарські витрати, грн.;

$C_{\text{п.в.}}$ – позавиробничі витрати, грн.;

Загальновиробничі витрати визначаються по формулі

$$C_{\text{зв}} = Z_{\text{ІП, МОП}} + C_{\text{д.м.}} + C_{\text{А}} + C_{\text{ІР}} + C_{\text{УСТ}} + C_{\text{ЕЛ}} + C_{\text{ІАР}} + C_{\text{ІОБ}} + C_{\text{ІОП}} + C_{\text{ОХ.І}} + C_{\text{РАЦ}} + C_{\text{І-Т}} + C_{\text{РЕМ}};$$

$Z_{\text{ІП, МОП}}$ – зарплата річна, грн.

На ділянці працюють два робітники, середньорічні видатки на зарплату становлять:

$$Z_{\text{ІП, МОП}} = 134000,4 \text{ грн.};$$

$C_{\text{д.м.}}$ – витрати на додаткові матеріали беруться в розмірі 10% від вартості основних матеріалів з прямих витрат по формулі

$$C_{\text{д.м.}} = 0,1 * C_{\text{м}} = 0,1 * 142800 = 14280 \text{ грн.},$$

C_A – річна сума амортизаційних відрахувань обчислюється виходячи з балансової вартості основних фондів та річних норм амортизаційних відрахувань.

Амортизація нараховується тільки на повне відновлення основних фондів в залежності від основних фондів .

5.2 Визначення вартості основних фондів

Розрахунки об'єму будівлі :

$$V_B = F * h = 144 * 4,0 = 576 \text{ м}^3,$$

де, F – площа будівлі станції, м^2 ;

h – висота будівлі станції, м.

Вартість будівлі :

$$\text{для ділянок становить: } V_{bc} = 1000 * V_B = 576 * 1000 = 576000 \text{ грн.}$$

Вартість діагностичного обладнання розраховується в залежності від вартості будівлі, та її значення становить 0,8 від вартості будівель .

$$V_{obl} = 0,8 * V_{bc} = 0,8 * 576000 = 460800 \text{ грн.}$$

Загальна вартість основних виробничих фондів :

$$\Phi_{ocn} = (V_{obl} + V_{bc}) * K_{insh} * K_{ind}$$

де, K_{insh} – коефіцієнт, що враховує інші фонди, $K_{insh} = 1,2$,

$K_{ind} = 1,12$ – коефіцієнт, що враховує рівень індексації зростання вартості у будівництві .

$$\Phi_{ocn} = (576000 + 460800) * 1,2 * 1,12 = 1393460 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1

Вартість фондів та амортизаційні відрахування

Групи основних фондів	Балансова вартість груп ОФ	Процент %	Річна сума на амортизаційні відрахування
I Будівлі та споруди	576000	5	28800
II Транспортні засоби	-	25	-
III Інші основні фонди та обладнання	817460	15	122619
Всього :	1393460	-	151419

$C_{ПР}$, $C_{УСТ}$ – затрати на утримання та різного роду ремонтів основних фондів на ділянці становлять за рік 10% від балансової вартості основних фондів :

$$C_{ПР} + C_{УСТ} = 0,1 \cdot 1393460 = 139346 \text{ грн.}$$

$C_{ЕЛ}$ – витрати на електроенергію

а) витрати електроенергії на силові потреби

- електроенергія технологічна :

$$P_{СИЛ} = N_{обл} \cdot \Phi_p \cdot K_3 \cdot K_{втр} ;$$

де , $N_{обл}$ – встановлена потужність обладнання , $N_{обл} = 4 \text{ кВт}$,

Φ_p – річний фонд робочого часу , $\Phi_p = 2070 \text{ год}$,

K_3 – коефіцієнт завантаження , $K_3 = 0,85$,

$K_{втр}$ – коефіцієнт , що враховує втрати у мережі , $K_{втр} = 1,03$,

$$P_{СИЛ} = 4 \cdot 2070 \cdot 0,85 \cdot 1,03 = 6436,86 \text{ кВт/год.}$$

б) витрати електроенергії для освітлення ділянці :

$$P_{ОСВ} = N_{обл} \cdot \Phi_p \cdot K_{ВІДК}$$

де , Φ_p – річний фонд роботи , (при однозмінній роботі 600-800год.)

$N_{обл}$ – сумарна встановлена потужність світильників ,

$K_{ВІДК}$ – коефіцієнт відключень , $K_{ВІДК} = 0,85$;

$$P_{ОСВ} = N_{обл} \cdot 700 \cdot 0,85 = 0,36 \cdot 800 \cdot 0,85 = 240 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$N_{обл} = 10 \cdot 30 + 6 \cdot 10 = 360 \text{ Вт.}$$

Сумарна вартість споживання електроенергії становить :

$$C_{ЕЛ} = (P_{СИЛ} + P_{ОСВ}) \cdot B ,$$

де , B – вартість 1 кВт•год = 2,69 грн.

$$C_{ЕЛ} = (6436,86 + 240) \cdot 2,69 = 17960,70 \text{ грн.},$$

$C_{ПАР}$ – витрати на подачу води та стиснене повітря , складають 2,61 грн. на одиницю ремонту , тобто при програмі $N = 600$ шт.

$$C_{ПАР} = 600 \cdot 2,61 = 1566 \text{ грн.}$$

$C_{ПОБ}$ – витрати на побутові потреби приймаються 733,6 грн. на одного робітника на рік :

$$C_{ПОБ} = 733,6 \cdot 2 = 1667,2 \text{ грн.}$$

$C_{ОП}$ – витрати на опалення – беруться з розрахунку 8,98 грн. на 1 м³ об'єму ремонтної ділянці,

$$Ц_{ОП} = 8,98 \cdot 576 = 5172,48 \text{ грн.}$$

$Ц_{ОХ.ПР}$ – витрати на охорону праці , складають 40 – 55 грн. на одного працюючого .

$$Ц_{ОХ.ПР} = 2 \cdot 55 = 110 \text{ грн.}$$

$Ц_{РАЦ}$ – витрати на раціоналізацію беруться в межах 50 – 90 грн. на одного працюючого .

$$Ц_{РАЦ} = 2 \cdot 90 = 180 \text{ грн. ;}$$

$$Ц_{П.} – \text{поштові витрати , } Ц_{П} = 20 \text{ грн.};$$

$Ц_{РЕМ}$ – інші витрати , які становлять 3% від усіх попередніх статей.

Визначаємо загальну суму загальнопромислових витрат :

$$Ц_{ЗВ} = З_{ІП, МОП} + Ц_{Д.М} + Ц_{А} + Ц_{ПР} + Ц_{УСТ} + Ц_{ЕЛ} + Ц_{ПАР} + Ц_{ПОВ} + Ц_{ОП} + Ц_{ОХ.П} + \\ + Ц_{РАЦ} + Ц_{П.Т} + Ц_{РЕМ}$$

$$Ц_{ЗВ} = (167000,4 + 17960 + 12960 + 114405,3 + 1667,2 + 1609,2 + 1094,8 + 1566 + \\ 5172,48 + 180 + 40 + 20) \cdot 1,03 = 493986 \text{ грн.}$$

Загальногосподарські витрати :

$$Ц_{ЗГ} = (0,4 \dots 0,6) \cdot З_{ЗАР} = 0,5 \cdot 153634,8 = 76817,4 \text{ грн.,}$$

Позавиробничі витрати :

$$Ц_{ПВ} = (0,05 \dots 0,1) \cdot З_{ЗАР} = 0,075 \cdot 153634,8 = 11522,61 \text{ грн.}$$

Загальна сума накладних витрат в проектному періоді складе :

$$Ц_{НВ} = 393986 + 76817,4 + 11522,61 = 482326,01 \text{ грн.}$$

Повна собівартість усіх ремонтних робіт :

$$Ц_{ПОВ} = Ц_{ПОВ} + Ц_{НВ} = 355150 + 482326,01 = 837476,01 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці ремонту по фактичних затратах :

$$S_{од.ф.} = \frac{Ц_{ПОВ}}{N} = \frac{837476,01}{680} = 1231,58 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці ремонту по планових відпускних цінах :

$$S_{од.відп.} = \frac{Ц_{ВП}}{N} = \frac{1135687,2}{600} = 1670,13 \text{ грн.}$$

де , $Ц_{ВП}$ – вартість всієї валової продукції , розрахована раніше .

5.3 Визначення прибутку

Прибуток знаходиться , як різницю між вартістю валової продукції та її собівартістю за формулою:

$$ПР = Ц_{ВП} - Ц_{ПОВ}$$

$$ПР = 1135687,2 - 837476,01 = 298211,19 \text{ грн.},$$

Рівень рентабельності випускної продукції це процентне відношення прибутку до собівартості продукції .

$$P = \frac{ПР}{Ц_{ПОВ}} = \frac{298211,19}{837476,01} \cdot 100\% = 35,6\%$$

Рівень рентабельності по виробничих фондах це процентне відношення прибутку до вкладених основних та оборотних коштів

$$P_{\phi} = \frac{ПР}{K_{заг}} = \frac{298211,19}{912600} \cdot 100\% = 32,7\% ,$$

$$\text{де } K_{заг} = V_{бс} + V_{обл} + K_{інстр} + K_{інв} ,$$

$$K_{інстр} = 0,1 * V_{обл} = 0,1 * 324000 = 32400 \text{ грн.}$$

$$K_{інв} = 0,05 * V_{обл} = 0,05 * 324000 = 16200 \text{ грн.}$$

$$K_{заг} = 324000 + 540000 + 32400 + 16200 = 912600 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці дільниці - це відношення виробітку продукції на одного робітника, що працює дільниці:

$$ППП = \frac{C_{ВП}}{P} ,$$

де , P – число працюючих

$$ППП = \frac{1135687,2}{2} = 567843,6 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання виробничих площ :

$$K_{п} = Ц_{ВП} / P_{дільн} = 1393760 / 144 = 9768,72 \text{ грн/м}^2 ;$$

Коефіцієнт фондівіддачі :

$$K_{\phi} = Ц_{ВП} / K_{заг} = 1135687,2 / 912600 = 1,25 \text{ грн/грн}$$

Коефіцієнт загальної економічної ефективності :

$$E_{заг} = (Ц_{ВП} - Ц_{ПОВ}) / K_{заг} = 0,3017$$

Умова виконалась $E_{заг} \geq 0,15$ виконується .

Термін окупності капіталовкладень :

$$T_{заг} = K_{заг} / ПР = 3,02 \leq 6...7 \text{ років .}$$

Усі розраховані техніко-економічні показники занесемо в табл.5.2

Основні техніко-економічні показники

№	Показники роботи	Умовне позначення	Одиниці вимірювання	Числове значення
1	Загальні капіталовкладення	Кзаг	грн.	1393760
2	Загальна трудомісткість	Т _{рм}	люд.-год.	4800
3	Вартість валової продукції	ЦВП	грн.	1135687,2
4	Кількість обслуговувань	N	шт./рік	600
5	Фактична собівартість усіх ремонтних робіт	Ц _{пов}	грн.	937476,01
6	Вартість (собівартість) одиниці ремонту : а) фактична б) по відпускних цінах	S _{од.ф}	грн.	1332,58
		S _{од.відп}	грн.	1782,23
7	Середня заробітна плата працівника за рік	Ц _{сер}	грн.	98800
8	Прибуток	ПР	грн.	345213,19
9	Рівень рентабельності	P	%	34,6
10	Продуктивність праці	ПП	грн.	667843,6
11	Коефіцієнт використання виробничих площ	Кп	грн./м ²	9768,72
12	Коефіцієнт фондівіддачі	Кф	грн./грн.	1,23
13	Термін окупності	Т _{заг}	роки	3,02

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано типи датчиків положення, що використовуються в електронних дросельних заслінках. Описано типову будову та принцип функціонування цих заслінок, розглянуто різні режими їх роботи.
2. Проведено розрахунок основних характеристик елементів дросельної заслінки з електричним приводом .
3. Наведено методику діагностики та основні типи несправностей електронних дросельних заслінок.
4. Наведено методику проектування моделі шестерні та друк цієї шестерні за допомогою 3D принтера, при чому вказано оптимальні параметри друку шестерні за допомогою нейлону.
5. Наведено інструкції з техніки безпеки при обслуговуванні автомобілів. Розраховано штучне освітлення робочої зони.
6. Проведено розрахунки основних економічних показників запропонованих рішень для станцій технічного обслуговування та ремонту автомобільних систем подачі палива. Окупність запропонованого проекту становить 3 роки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Robert Bosch GmbH. Diesel-Engine Management. Automotive technology. Wiley, 2004. 489 pp.
2. Kiencke U., Nielsen L. Automotive Control Systems. 2-е вид. Springer-Verlag, 2005. 512 с.
3. Tschöke H., Mollenhauer K. Handbook of Diesel Engines. Springer, 2010. 636 pp.
4. Halderman J.D. Automotive technology. Boston: Prentice Hall, 2011. Electronic Book.
5. Reif K. Fundamentals of Automotive and Engine Technology: Standard Drives, Hybrid Drives, Brakes, Safety Systems. Springer, 2014. 277 pp.
6. Seungwoo Hong J.S.J.S. Coordinated control strategy for the common-rail pressure using a metering unit and a pressure control valve in diesel engines / Journal of automotive engineering. Чеп. 2014. Vol. 229. pp. 898-911.
7. Sean B. Modern Diesel Technology: Diesel Engines. / Delmar: Cengage Learning, 2010. 339 pp.
8. Bosch. Automotive Mechatronics. Automotive Networking, Driving Stability Systems, Electronics. Springer Vieweg, 2015. 538 pp.
9. Pal B.A.K.&.S.A. Automobile Engineering. S. Chand Publishing, 2014. 358 pp.
10. Siemens VDO. Piezo Common Rail PCR 2.3 NGD 3.0E. 2005. - 154 pp.
11. Delphi. COMMON RAIL MANUAL. PRINCIPLES OF OPERATION. Delphi France SAS, 2007. 83 pp.
12. Nikzadfar, Kamyar & Shamekhi, Amir. More than one decade with development of common-rail diesel engine management systems / Journal of Automobile Engineering, 2014. P. 229.
13. Reif, Konrad; Bosch Professional Automotive Information. Gasoline Engine Management: Systems and Components. Spinger, 2014. 354 pp.
14. Robert Bosch GmbH. Automotive Electrics/Automotive Electronics (Bosch Handbooks (REP)). Wiley, 2004. 504 pp.

15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
16. Robert Bosch GmbH. Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics. 3rd ed. / Plochingen: Springer, 2007. 530 pp.
17. Srinivasan S. Automotive Mechanics. Tata McGraw-Hill Education, 2003. 185 pp.
18. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. / Львів: Видавництво НУЛП, 2006. 440 с.
19. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
20. Жидецький В.Н. Д.В.С..М.О.В. Основи охорони праці. / Львів: Афіша, 2001. 349 pp.
21. Гряник Г.М. Охорона праці. / Київ: Урожай, 1994. 272 pp.
22. Бойко І.М. Економіка підприємства. / Київ: Кондор, 2016. 378 с.