

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему: **«Підвищення техніко-економічних характеристик
автомобіля шляхом використання амортизаторів для
додаткового генерування енергії»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-41
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Роман Жируха

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 631.359.1: 89

Жируха Р.А. Підвищення техніко-економічних характеристик автомобіля, шляхом використання амортизаторів для додаткового генерування енергії: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 46 с.

Табл. 1; рис. 17; бібліогр. джерел 21.

Представлено технічне рішення на встановлення додаткового генератора, який працюватиме від вібрацій підвіски автомобіля.

Проведено розрахунок робочих характеристик додаткового генератора, який забезпечить живлення габаритних вогнів автомобіля у процесі його руху.

Описано технологічні операції на встановлення обладнання, для додаткового генерування електричної енергії.

Описано заходи, для забезпечення охорони праці під час проведення модернізації бортової електромережі транспортного засобу.

Доведено економічний ефект від встановленого генеруючого обладнання у підвісці автомобіля, який становить близько 9355,50 грн./рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Відомості про автомобільні генеруючі установки	8
1.2 Особливості комбінованих стартер-генераторів	11
1.3 Досліджені характеристики стартер-генераторів	13
1.4 Висновки.....	15
2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	16
2.1 Розрахунок додаткової електромережі	16
2.2 Робота генеруючого амортизатора	18
2.3 Висновки	20
3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	21
3.1 Перелік та значення технологічних параметрів та їх порівняння для різних процесів	21
3.2 Експериментальні лінійні генератори для гібридних автомобілів.....	23
3.3 Розробка технологічно операційної карти на монтаж генеруючого амортизатора у підвіску автомобіля	25
3.4 Висновки.....	30
4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	31
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій.....	31
4.2 Пожежна безпека	33
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці.....	36
4.6 Висновки.....	40

5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	41
5.1 Експлуатаційні витрати	41
5.2 Висновки	43
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

ВСТУП

Технічний рівень сучасних автомобілів постійно удосконалюється. На автомобілях з'являються все нові і нові різноманітні вузли та системи. Відповідно, зростають вимоги до їхньої надійності та експлуатаційної безпеки. Більшість інформаційних джерел доводять, що значний внесок у загальну надійність електрообладнання автомобілів вносить генератор (змінного струму). Надійністю електрообладнання автомобілів насамперед виступає експлуатаційна спроможність, яка на відміну від конструктивної чи виробничої, пов'язана із умовами експлуатації автомобіля, його обслуговуванням та ремонтом.

Електрообладнання автомобілів, можна поділити на шість систем: електропостачання, запуску, запалювання, освітлення і світлової сигналізації, контрольно-вимірювальні прилади та допоміжне електроустаткування.

Автомобільний генератор, призначений для живлення всього бортового електрообладнання під час роботи автомобільного двигуна та поповнення електричною енергією стартерної акумуляторної батареї. Якісна робота автомобільного генератора, як і всієї системи електропостачання автомобіля, суттєво впливає на роботу та термін служби інших приладів бортового електрообладнання. Для прикладу, коливання напруги в межах $\pm 5\%$ від розрахункового значення (14,2 В), призводить до зміни світлового потоку на $\pm 20\%$, а експлуатаційний період ламп зменшується у 2 рази.

Тому, своєчасна діагностика технічного стану генератора чи часткове зниження навантаження на нього (особливо в умовах обмеженої видимості), являється актуальним завданням. Несправності генератора, не завжди проявляються миттєво, а спочатку виникають незначні відхилення від норми (ознаки яких визначаються візуально: менш яскраві пучки світлового потоку фар, відсутність процесу дозарядки АКБ, відчутні сторонні звуки у ділянці розміщення генератора і інш..

І тому, для підвищення експлуатаційного ресурсу генераторної

установки та забезпечення якісної її роботи на всіх режимах роботи двигуна, пропонується частково знизити енергетичне навантаження зі сторони споживачів, при цьому, не порушуючи комфортність управління автомобілем.

Метою кваліфікаційної роботи, є модернізація бортової електромережі, за рахунок встановлення додаткового генеруючого обладнання у підвіску автомобіля.

Для вирішення поставленої мети, необхідно вирішити наступні **задачі:**

1. Провести аналіз літературних джерел, стосовно енергетичного забезпечення сучасних автомобілів з електронним керуванням.
2. Провести розрахунок енергетичного забезпечення генеруючого обладнання, яке приводиться у дію від вібрацій підвіски автомобіля.
3. Представити технологію формування конструктивних елементів додаткового генератора та описати операції на встановлення його у підвіску легкового автомобіля.
4. Подати опис техніки безпеки та заходи з охорони довкілля, під час проведення модернізації бортової електромережі автотранспортного засобу.
5. Провести розрахунок економічного ефекту від використання додаткового генеруючого обладнання.

1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Відомості про автомобільні генеруючі установки

Генератор – це пристрій, що працює на основі електромагнітної індукції, тобто перетворює частину механічної енергії двигуна внутрішнього згоряння в електричну [14]. Завдяки йому, відновлюється енергоємність батареї, що витрачається на запуск двигуна. Також, слід зазначити, що за різних умов експлуатації автомобіля, генераторну електричну енергію споживають і інші бортові і електронні системи та електроспоживачі.

Є два типи генераторів: генератор постійного струму - подає електричну енергію безпосередньо у батарею або електричний генератор, що подає енергію через різні регулюючі пристрої; генератор змінного струму – виконує ту ж саму функцію, що і генератор постійного струму, але оскільки, для заряджання батареї необхідний постійний струм, використовують зазвичай різного роду випрямлячі перетворення змінного струму на постійний. На рисунку 1.1, зображено блок-схему, яка пояснює роботу регулятора [11-18].

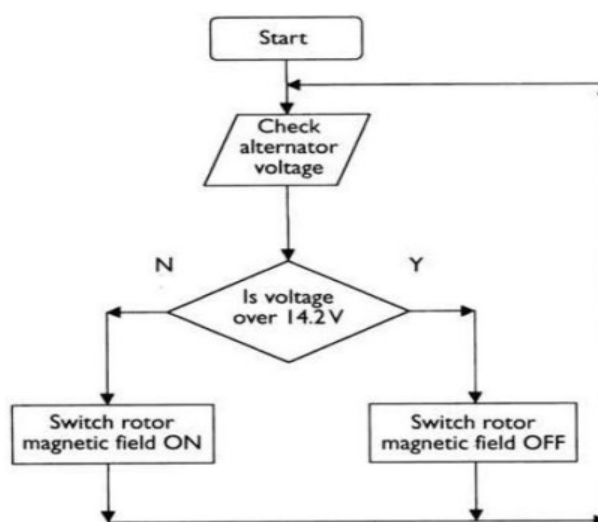


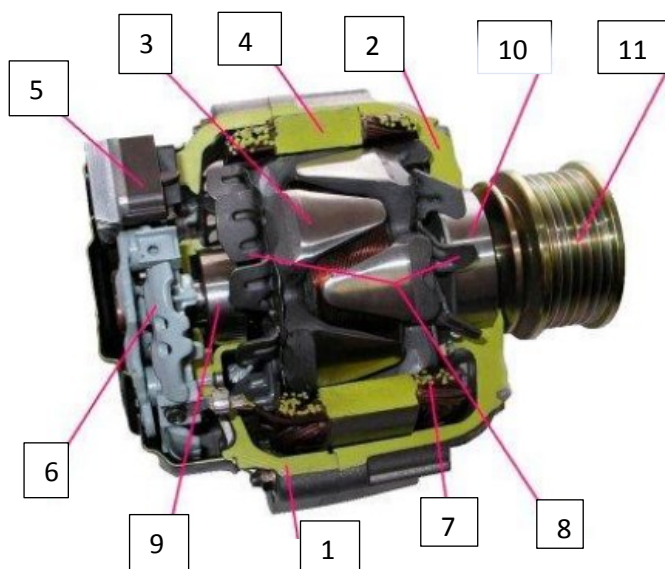
Рисунок 1.1 – Схема роботи регулятора

Тут, процес відключення струму збудження, відбувається в момент підвищення вихідної напруги, і навпаки, вмикається - при падінні напруги на

виході. Різке перемикання струму збудження, не викликає змін вихідної напруги (через високу індуктивність обмотки збудження ротора та незначний час комутації, що займає мілісекунди).

Існують регулятори напруги, що містять температурну компенсацію (для забезпечення вищої швидкості заряду в холодних умовах та зниження - у жарких умовах).

Конструкційні особливості сучасних генераторів (рисунок 1.2), є майже однакові – компактні, різниця тільки у з'єднувальних розмірах та максимальній струмовіддачі [12]-[14].



1 – корпус задньої частини; 2 – корпус передньої частини; 3 – ротор; 4 – осердя статора; 5 – релерегулятор; 6 – діодний міст; 7 – статорна обмотка; 8 – крильчатка ротора; 9 – задній підшипник; 10 – передній підшипник;
11 – шків

Рисунок 1.2 – Конструкція сучасної генераторної установки.

Для прикладу, у таблиці 1.1, наведено деякі характеристики генераторів, якими комплектується бортова електрична мережа сучасних автомобілів.

Таблиця 1.1 – Параметри генераторних установок

Параметри	 3202.3771 (14В, 90А)	 5102.3771-10 (14В, 100А)	 9402.3771 (14В, 120А)
Вага, кг	5,14	5,31	5,22
Габаритні розміри (довж. x діаметр), мм	192x133	183x132	194x133
Сила струму (холодного) за частоти обертання ротора, об/хв:			
1700	47	52	64
2200	73	78	94
3000	94	99	118
3500	96	104	126
Сила струму (прогрітого) за частоти обертання ротора, об/хв:			
1800	44	52	61
3000	80	88	103
4000	88	95	113
5000	92	100	119
6000	94	102	122
Вихідна напруга, за частоти обертання ротора 6000 об/хв. і навантаженні, 5 А	14,1	14,4	14,6

Із табличних даних видно, що автомобільні генератори можуть витримувати енергетичне навантаження від 44 до 122 А, і відповідно чинити механічне навантаження на двигун внутрішнього згорання. Даний процес

перетворення механічної енергії у електричну, супроводжує збільшення витрати палива та підвищення екологічних показників двигуна.

1.2 Особливості комбінованих стартер-генераторів

У нашій країні і європейських країнах, велика увага приділяється вдосконаленню електромеханічних систем автомобільного транспорту. Найважливіші показники цих систем, є: надійність, габаритні розміри та вартість всього автомобіля.

Збільшити надійність та знизити габаритні розміри і вартість автомобіля, дозволяють редукторні стартер-генератори, рисунок 1.3 [19].



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд стартер-генератора

Це досягається, завдяки заміні двох електричних машин, стартера та генератора, одним елементом – стартер-генератором.

На даний час, склалася тенденція, що до кількісного збільшення потужності споживачів сучасного автомобіля. Це пов'язано із зростанням вимог до екології, комфорту та безпеки автомобіля. А це відповідно призводить до того, що вже сьогодні необхідні генератори потужністю понад 6 кВт.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми, є поява гібридних автомобілів з комбінованою силовою установкою (КСУ), що об'єднує ДВЗ і

безредукторний стартер-генератор, що монтується в зоні колінчастого валу двигуна, поряд з необхідною потужністю електричного генератора, забезпечуючи інтеграцію двох окремих комплектуючих автомобіля - стартера та генератора. Це дає можливість підвищити надійність та безпеку автомобіля, за рахунок меншої кількості складових його елементів та збереження працездатності, при відмові електричної машини чи ДВЗ, рисунок 1.4 [8].

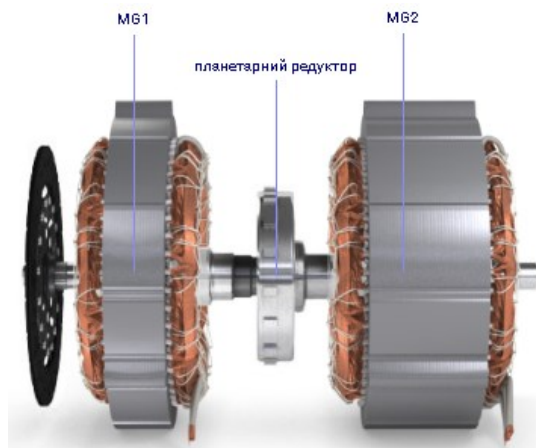


Рисунок 1.4 – Комплексна силова установка з стартером генератором

Збільшення потужності стартера-генератора в КСУ, дозволяє знизити токсичні викиди в атмосферу, за рахунок використання електричної тяги та забезпечення оптимального режиму роботи ДВЗ. Також, забезпечується режим рекуперативного гальмування та зменшується шумність під час запуску.

Таким чином, для автомобільного транспорту, необхідна розробка спеціальних електромеханічних систем з електричними машинами, що створюють значні моменти у пускових режимах, а також дозволяють виробляти електроенергію в широкому діапазоні частот обертання колінчастого валу.

На сьогодні, розроблено значну кількість схемних та конструктивних рішень систем запуску та генерування електроенергії з АМ та СМ. Створено різноманітні методи розрахунку, як статичні і динамічні режими АМ і СМ

(під час запуску первинних двигунів і режимі генерування електроенергії при різній частоті обертання валу двигуна) [6; 9].

1.3 Досліджені характеристики стартер-генераторів

Науковим персоналом розроблено математичні моделі для дослідження статичних, квазівстановлених та динамічних режимів асинхронних та синхронних автомобільних стартер-генераторів, а також для дослідження статичних та динамічних режимів безредукторних асинхронних та синхронних електромеханічних систем зі стартер-генераторами [8-10]. За допомогою аналізу статичних характеристик редукторних асинхронних та синхронних автомобільних стартер - генераторів на напругу 12, 24 і 48 В, за різних частот управління стартер-генератори забезпечують необхідні пускові та номінальні моменти в стартерному режимі та струмовіддачу в заданому діапазоні частот двигуна у генераторному режимі.

Створено математичні моделі динамічних режимів роботи редукторних асинхронних та синхронних автомобільних стартер - генераторів з урахуванням внутрішнього опору АБ, широтно-імпульсного регулювання напруги статора АМ, ємності фільтра та насичення зубців магнітопроводу значних пускових струмів [1; 3-7]. Доведено статичні характеристики безредукторних асинхронних та синхронних автомобільних стартер – генераторів, напругою 48 і 144 В, що при частотному керуванні, стартер-генератори забезпечують: необхідні пускові та номінальні моменти в режимі вмикання та підтримки автомобільного двигуна у заданому діапазоні частот обертання колінчастого валу у генераторному режимі, а також роботу в режимі рекуперації енергії під час гальмування автомобіля. Розроблено мікропроцесорні системи управління редукторних і безредукторних стартер-генераторів, на базі синхронних і асинхронних машин, що забезпечують необхідні режими роботи.

Для стартер-генераторів, розроблена проста система скалярного керування, що не потребує великих витрат процесорного часу, при цьому допустимо використовувати більш простий та дешевий мікроконтролер. Для стартер-генераторів, на основі синхронної машини, дозволено використовувати вбудований пристрій управління, що істотно звільняє процесор мікроконтролера.

Розроблено новий автомобільний стартер - генератор та пристрій управління, який дозволяє проводити регульований частотний запуск двигуна від АКБ з отриманням значних пускових моментів, а також обмежити силу струму заряду акумуляторної батареї на необхідному рівні в генераторному режимі роботи.

Автором у роботі [14] доведено, що діапазон робочих частот обертання редукторних АСТГ в генераторному режимі обмежений знизу, через зниження ККД, а зверху, через падіння максимальної потужності. Математичні моделі та пакети програм, розроблені автором, дозволяють у перехідних процесах врахувати дискретні процеси перемикання вентилів інвертора АСТГ, роботу АКБ, як автономного джерела живлення, а також можливість роботи АСТГ з ШИР фазної напруги та ШП у ланці постійного струму. У ланці постійного струму АСТГ, встановлюється можливість розширити діапазон робочих частот обертання у генераторному режимі. Теоретично і експериментально доведено про створення автомобільних асинхронних редукторних стартер - генераторів, що працюють з акумуляторними батареями 24 В, 48 В, та 12 В.

Доведено, що із збільшенням потужності БАСТГ, розширюється діапазон робочих частот обертання у генераторному режимі. БАСТГ-144 з потужністю 12,5 кВт, здатний забезпечити потужність 4,2 кВт, при частоті обертання колінчастого валу ДВЗ - 6000 об/хв., а у стартерному режимі - БАСТГ розвиває пусковий момент до 300 Н м (за розрядного струму акумуляторної батареї не більше 200 А). Методи управління вентильним перетворювачем, при холодному запуску ДВЗ, дозволяють більш ніж на 20%

збільшити середнє значення електромагнітного моменту АМ на початку запуску [11]. Розкрито методику розрахунку характеристик таких АСТГ, що враховує і особливості вентильної комутації, при різних законах зміни поля вздовж зазору, а також вплив реакції якоря.

Але, є багато питань у використанні АМ чи СМ в електромеханічних системах запуску ДВЗ та генерування електроенергії автомобілів. Зокрема, не досліджено встановлені і динамічні режими редукторних варіантів стартер-генераторів для вітчизняних автомобілів, а також перехідні процеси в безредукторних системах з підвищеною напругою.

Відповідно, що до зазначених вище різного роду типових генераторів і стартер – генераторів, якими комплектуються сучасні автомобілі, рівнозначно використовують енергію двигуна внутрішнього згорання, що досягає до 6 % і 8 % [13]. А це – збільшені витрати палива, підвищені викиди отруйних речовин у навколишнє середовище і інш..

Тому, наші подальші дії у роботі, будуть стосуватися модернізації бортової мережі автомобіля.

1.4 Висновки

Проведено техніко-економічне обґрунтування різного роду генераторів бортової електромережі живлення сучасних автомобілів, та з'ясовано їхню постійну взаємодію із двигунами внутрішнього згорання.

Для часткового зниження навантаження на ДВЗ зі сторони генераторних установок, пропонується встановити додатковий генеруючий пристрій, що працюватиме від вібрації підвіски автомобіля.

2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.

2.1 Розрахунок додаткової електромережі

Для оцінки виробництва електричної енергії нового генератора (зображеного на рисунку 2.1), при русі постійних магнітів у внутрішніх котушках (приводом яких, служать вібрації підвіски автомобіля), використовується закон електромагнітної індукції [18]. За цим законом у контурі створюється магнітний потік Φ , який пронизує поле магнітної індукції, що призводить до виникнення напруги.

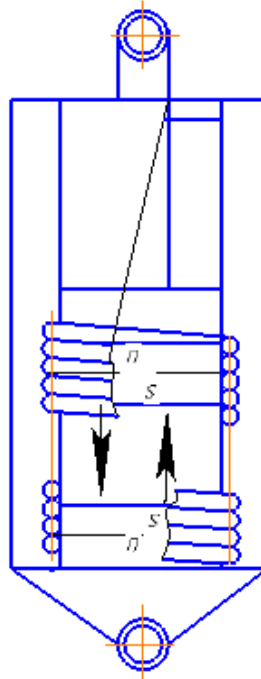


Рисунок 2.1 – Схема комбінованого генеруючого амортизатора

У результаті чого, запишемо

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}, \quad (2.1)$$

А загальна напруга, визначиться:

$$U = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}, \quad (2.2)$$

де N – кількість витків у котушці.

Величина магнітного потоку Φ через контур, буде ати вигляд:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha, \quad (2.3)$$

де B – індукційне магнітне поле від індукції постійних магнітів;
 $S = \frac{\pi \cdot D^2}{2}$ – поперечній переріз котушки (мм^2), діаметром D ; $\cos\alpha$ – кут між напрямом магнітної індукції і площиною перерізу витків.

Під час коливного руху за гармонічним законом магнітна індукція буде змінюватися:

$$B = B_0 + \Delta B \cdot \cos\omega t \quad (2.4)$$

де $\omega = 2\pi \cdot \nu$ – частота лінійних коливань.

Тоді вираз (2.2), з використанням (2.3) і (2.4) набере вигляду:

$$U = N \cdot \omega \cdot \Delta B \cdot \frac{\pi D^2}{2} \cdot \cos\alpha \cdot \sin\omega t \quad (2.5)$$

Напруга U буде змінюватися за гармонічним законом. Тому, усереднена напруга у котушці для змінної напруги визначиться:

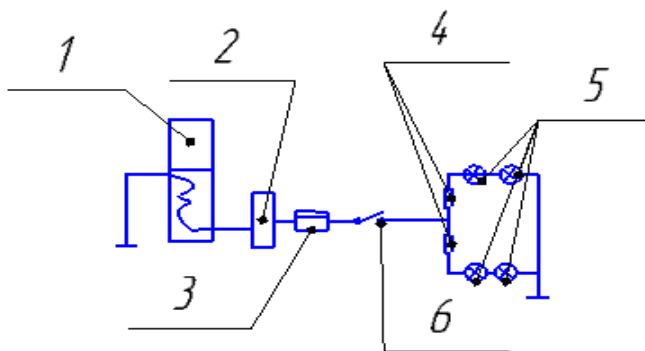
$$\bar{U} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \omega \cdot \Delta B \cdot N \cdot \frac{\pi D^2}{2} \cdot \cos\alpha \quad (2.6)$$

Значення генерованої напруги (в реальних умовах для параметрів магнітів, котушок і коливань підвіски). Для розрахунків: $D = 0,05$ м, $N = 63$ витків, $\omega = 2\pi \cdot 0,83/60 \text{ с}^{-1}$ (за швидкості руху автомобіля 50 км/год.), $\Delta B = 1/2$ Тл (для неодимових магнітів), $\cos\alpha = 0,5$.

Підставивши значення, отримаємо

$$\bar{U} = 2 \text{ В}. \quad (2.7)$$

Генеруючий амортизатор підключається у бортову електромережу автомобільного транспортного засобу незалежно, схема підключення, зображена на рисунку 2.2.



1 – генеруючий амортизатор (комбінований); 2 – випрямляч напруги; 3 – реле вмикання; 4 – запобіжники; 5 – діодні габаритні лампи; 6 – вмикач.

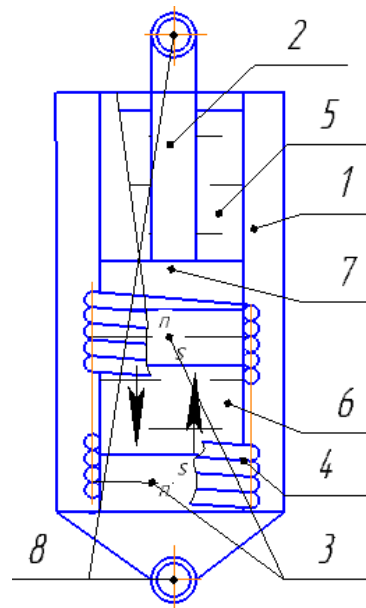
Рисунок 2.2 – Електрична схема додаткового джерела живлення.

Робота генеруючого амортизатора полягає в електричному живленні габаритних вогнів автомобіля, під час його руху в умовах недостатньої видимості. Розміщується даний пристрій безпосередньо у передніх стійках підвіски автомобіля і може виконувати дві функції: гасити вертикальні коливання (нижній рух підвіски від положення «рівноваги»), виробляти електричну енергію.

2.2 Робота генеруючого амортизатора

Зазвичай, головна енергетична установка автомобіля отримує енергію від двигуна внутрішнього згорання через пасову передачу, яка складає близько 6% виробленої ним енергії. Однак, нова модель генеруючого амортизатора створена, з метою зменшення цих витрат. Цей генеруючий пристрій запускається тільки під час руху автомобіля і працює до повної його зупинки. Слід зазначити, що стабільна робота генеруючого амортизатора може досягатися за рівномірного руху і номінальної швидкості транспортного засобу. При цьому, амплітуда коливань двигуна залишається максимально стабільною, забезпечуючи повний поступально-вертикальний хід магнітів, які в корпусі свого статора починають рухатися поздовжньо і в

зворотному напрямку, створюючи в обмотці електрорушійну силу, рисунок 2.3.



1 – корпус; 2 – шток; 3 – постійні магніти (силою відштовхування 1000 Н); 4 – обмотка генеруючого модуля; 5 – оливна робоча камера; 6 – простір для взаємодії двох магнітів; 7 – поршень для гасіння верхніх коливань; 8 – кріпильні місця

Рисунок 2.3 – Конструктивно-технологічна схема генеруючого амортизатора.

Далі електричний струм, що утворюється, проходить через випрямляч і рухається до контактів перемикача, запобіжників і габаритних вогнів автомобіля.

Застосування двох генеруючих амортизаторів, у комплекті яких є по два постійні магніти, дозволить знизити навантаження на головний генераторний блок, що призведе до зниження витрат палива двигуном.

На підставі теоретичних досліджень, узгоджується технічне рішення про розміщення генеруючого обладнання у підвісці автомобіля, результатом якого є вихідна напруга близько, $U = 2$ В (за прийнятої швидкості руху – 50 км/год легкового автомобільного транспортного засобу). Наша оцінка є приблизною, припускаючи, що магнітний потік змінюється за гармонійним

законом і, що однакова електрорушійна сила генерується на кожному вертикальному русі підвіски індуктивності котушки. Одним із недоліків нашого технічного рішення є те, що зі збільшенням кількості витків у котушці точність моделі знижується. Також, слід відмітити, що зі зростанням частоти імпульсів коливань підвіски (коли підвищується швидкість руху автомобіля), значення напруги повинні збільшуватися прямо пропорційно частоті. На підтвердження даного рішення, слід виготовити експериментальну модель і провести додаткові дослідження в іншій вже магістерській роботі.

2.3 Висновки

Подано технічне рішення на модернізацію підвіски автомобіля та представлено конструктивно-технологічну схему нового генеруючого амортизатора.

Проведено розрахунок можливості генеруючого амортизатора на вихідну напругу (під час руху автомобіля 50 км/год.), яка становить близько 2 В.

Підвищення частоти імпульсів руху магнітів (відповідно вихідна напруга повинна рости), можна досягти, за рахунок збільшення швидкості руху автомобіля (досліджується експериментальним шляхом).

Використання генеруючого амортизатора, дозволяє зменшити навантаження на основний бортовий генератор автомобіля.

3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Перелік та значення технологічних параметрів та їх порівняння для різних процесів

Відомо, що для оцінки впливу вібрації підвіски на люду, у транспортному засобі можуть використовуватися наступні критерії оцінки: інтенсивність вібрації, прискорення вібрації та відповідна частота вібрації. На даний час, використовуються міжнародний стандарт ISO 2631 та Федеральний Галузевий стандарт Німеччини VDI-2057, для визначення плавності руху автомобіля для людини. Показником оцінки є середнє значення квадрата прискорення транспортного засобу. На підставі досліджень, пов'язаних з впливом різних параметрів на комфортність автомобілів, часто беруть до уваги, вплив параметрів незалежно від: коефіцієнта жорсткості та опору підвіски, впливу типажу дороги, швидкості руху автомобіля на плавність руху. Крім того, кількість змінних, що вивчаються одночасно, дуже обмежена, зазвичай від 2 до 4 змінних. Основним методом дослідження, є традиційний метод аналізу графів. Дослідження та порівняння впливу різних параметрів на плавність руху, як основу для видбору і вибору ключових параметрів, що впливають, для оптимізацію конструкції, все ще не завершені.

Представлено результати дослідження впливу п'яти різних факторів, у тому числі: тип дороги, швидкість автомобіля, жорсткість підвіски, коефіцієнт опору підвіски та підресорена маса. На рисунку 3.1, зображена модель 1/4 коливання автомобіля та прийнято наступні позначення: F_M та F_m - сили, що діють на підпружинену і не підпружинену масу автомобіля; k_s , c_s – коефіцієнт жорсткості та опору підвіски; k_t і k_l коефіцієнт жорсткості та опору шин; z та ζ зміщення підпружиненої та не підпружиненої маси автомобіля; q – нерівна поверхня дороги.

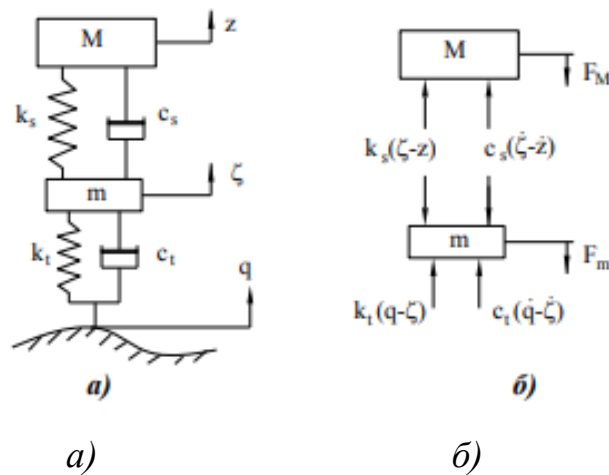


Рисунок 3.1 – Модель схема підвіски $\frac{1}{4}$ частини автомобіля

Базуючись на встановленні рівняння рівноважної сили між підвісними і непідвісними масами, рівняння коливань системи опишеться:

$$\begin{cases} M_z - k_z(\zeta - z) - c_z(\dot{\zeta} - \dot{z}) + F_M = 0 \\ m_z \zeta + k_z(\zeta - z) + c_z(\dot{\zeta} - \dot{z}) - k_t(g - \zeta) - c_t(\dot{g} - \dot{\zeta}) + F_M = 0 \end{cases} \quad (3.1)$$

Нерівну поверхню дороги можна виразити, як гармонійна функція, тобто представити у випадковій формі, відповідно до ISO-8068 слідуючим чином:

$$S_g(n) = S_g(n_0) \cdot \left(\frac{n}{n_0} \right)^{-\omega} \quad (3.2)$$

Відповідно до ISO-8068, нерівна поверхня дороги класифікується за категоріями A, B, C, D, E, F та G. На рисунку 3.2 діаграма (давача імпульсів вібрації), моделює поверхня дороги (типу ISO-D) в відповідно до стандарту ISO.

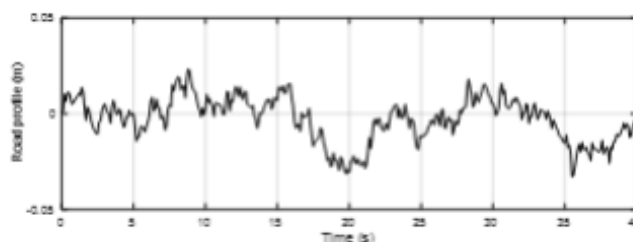


Рисунок 3.2 – Діаграма нерівностей дороги, що породжує вібрацію.

Відповідно до значень координат діаграми, швидкість руху автомобіля становила 50 км/год. Зі збільшенням швидкісних характеристик, частота імпульсів зростала, що породжувало підвищений рівень імпульсної напруги.

Даний змодельований процес дозволяє цілком стверджувати, що вихідні сигнали модернізованого генеруючого амортизатора забезпечать позитивну гіпотезу на зростання вихідної напруги на клеммах генератора.

3.2 Експериментальні лінійні генератори для гібридних автомобілів

Технічне рішення на встановлення генеруючих амортизаторів у підвіску автомобіля, автономно забезпечить його роботу від вібрацій ходової частини, і відповідно відображає багато невідомих складових, які залежать від швидкісних характеристик самого автомобіля та стану дорожнього полотна.

Даною тематикою займаються багато світових винахідників, і відповідно на сьогодні фірмою «ТОУОТА» новинки генераторів, в основі яких закладений принцип роботи нашого енергоощадного генеруючого пристрою, рисунок 3.3 [20;21].



a)



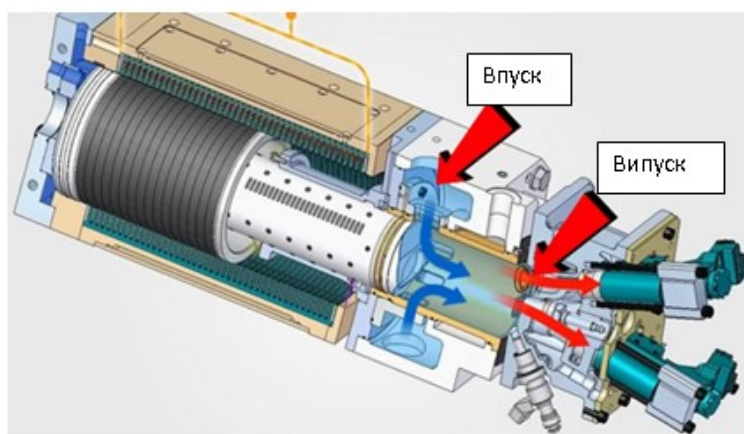
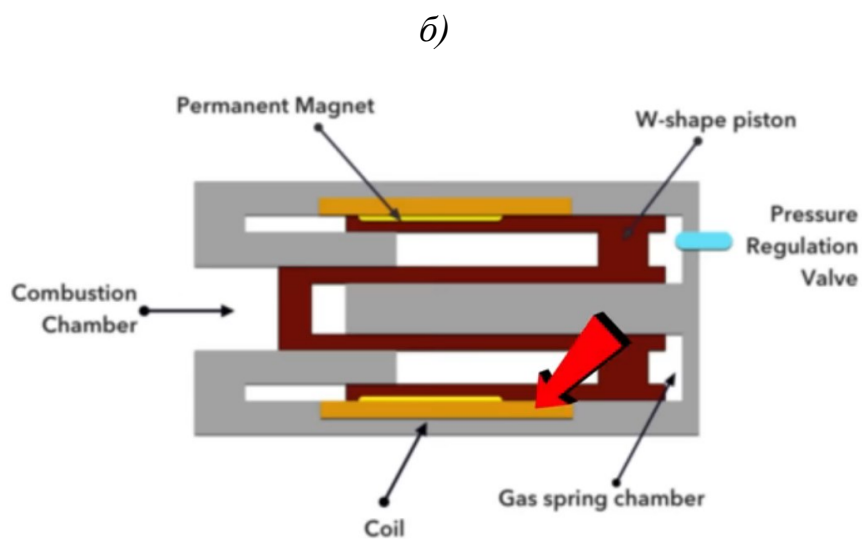


Рисунок 3.3 – Лінійні генератори з економними приводними бензиновими двигунами [21]: а) схема лінійного генератора; б) загальний вигляд серійного лінійного генератора для гібридних автомобілів 2023 року випуску; в) схема лінійного генератора з однопоршневим ДВЗ; г) загальний вигляд несерійного (випробовується) лінійного генератора.

Зазначені вище лінійні генератори з приводними ДВЗ є малогабаритні та з високим ККД, який досягає значення, близько 0,5. Потужність таких генераторів становить до 30 кВт, з об'ємом приводного ДВЗ до 0,7 л.

Відповідно, що до нашого новоствореного генеруючого амортизатора, є належні перспективи створення експериментальної моделі та отримання позитивних результатів.


3.3 Розробка технологічно операційної карти на монтаж генеруючого амортизатора у підвіску автомобіля



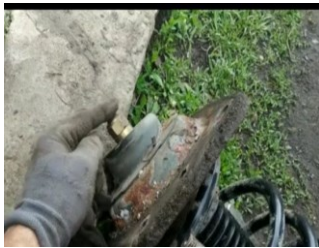
Більшість сучасних автомобілів, комплектованих амортизаторами, що містять у своїй конструкції пневмо чи гідро складову, не забезпечують повний експлуатаційний період, що становить близько 200000 км пробігу автомобіля. Створений нами модернізований амортизатор, повинен забезпечити подвійний амортизаційний період та відповідно зменшити екологічні показники двигунів.

Тому, для реалізації поставленої мети, слід представити технологічно-операційну карту на встановлення новоствореного генеруючого амортизатора у конструкцію передньої стійки автомобіля, таблиця 3.1.


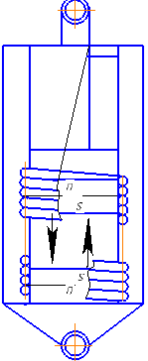


Таблиця 3.1 - Технологічно-операційна карта на встановлення генеруючого амортизатора



№ операції	Порядок операцій	Складові елементи	Обладнання	Час пров. операції, хв
1	Встановити автомобіль на ручне гальмо 	Блокуються гальмівні диски	важіль	1
2	Зняття захисних ковпаків 	Захисні ковпаки	рукавиці	1

Продовження таблиці 3.1				
2	<p>Часткове послаблення колісних болтів</p> 	Передні диски коліс	Ключ (головка) на 19 мм	5
3	<p>Піддомкращування передньої частини автомобіля</p> 	Місце під домкрат	Домкрат на 3 т	6
4	<p>Демонтаж колеса</p> 	Колісний диск	Ключ (головка) на 19 мм	4
5	<p>Опускання передньої частини автомобіля до робочого стану:</p> 	Зтягування чи фіксація пружини	Зтягувач або фіксуючі скоби	10
6	<p>Розгвинчування кріплення верхнього стакана</p> 	Фіксуючий ричав цапфи	Накидний ключ на 19 мм	16

Продовження таблиці 3.1				
7	<p>Розгвинчування нижнього кріплення стійки амортизатора</p> 	Передня стійка	Два накидних ключі на 19 мм	40
8	<p>Розгвинчування верхнього кріплення стійки амортизатора</p> 	Передня стійка	Ключ на 13 мм	10
9	<p>Розгвинчування тяги від гідروпідсилювача</p> 	Шарнір тяги	Ключ 17 мм	15
10	<p>Демонтаж амортизаційної стійки</p> 	Стойка у зборі	рукавиці	8
11	<p>Демонтаж гідравлічного амортизатора з статичною довжиною 45 мм</p> 	Базовий амортизатор	рукавиці	5

Продовження таблиці 3.1

12	<p>Фіксація генеруючого амортизатора по довжині 45 мм</p> 	Генеруючий амортизатор	затяжка	15
13	<p>Встановлення новоствореного комбінованого амортизатора</p> 	Генеруючий амортизатор	рукавиці	17
14	<p>Монтаж електропроводників живлення для генеруючого амортизатора</p> 	Провідник 0,7 мм ²	пласкогубці	30
15	<p>Встановлення керуючого і запобіжного обладнання</p> 	Вимикач, реле вмикач, запобіжники на 5 А	Ключ на 8 мм	60

Продовження таблиці 3.1				
16	Ізолювання електропровідників	Електропровідник довжиною 200 см	ізолента	30
17	Монтаж всіх складових елементів підвіски і ходової частини	Модернізо-вана стійка	Всі попередньо використані ключі під час демонтажу	120
18	Підведення електропровідників до габаритних вогнів	Електропровідники 0,7 мм ²	Пласко-губці	60
19	Встановлення ламп 	Діодні лампи W3W	Мульти-метр та провідники	15
20	Перевірка напруги на клеммах ламп	Напруга 4*3 =12 В	мільтиметр	5
18	Перевірка роботи генеруючого амортизатора 	Вихідна напруга	Сила світла габаритних вогнів	30
Загальна тривалість операцій				446/7,3

За поданою технологічною операційною картою на демонтаж базового і встановлення модернізованого амортизатора, дає можливість спрогнозувати час проведення операцій та підібрати необхідний інструмент та обладнання, що послужить підвищити продуктивність роботи обслуговуючого персоналу на модернізацію підвіски автомобіля.

На рисунку 3.4, зображена схема технологічних операцій на демонтаж базової і монтаж модернізованої стійки легкового автомобіля.

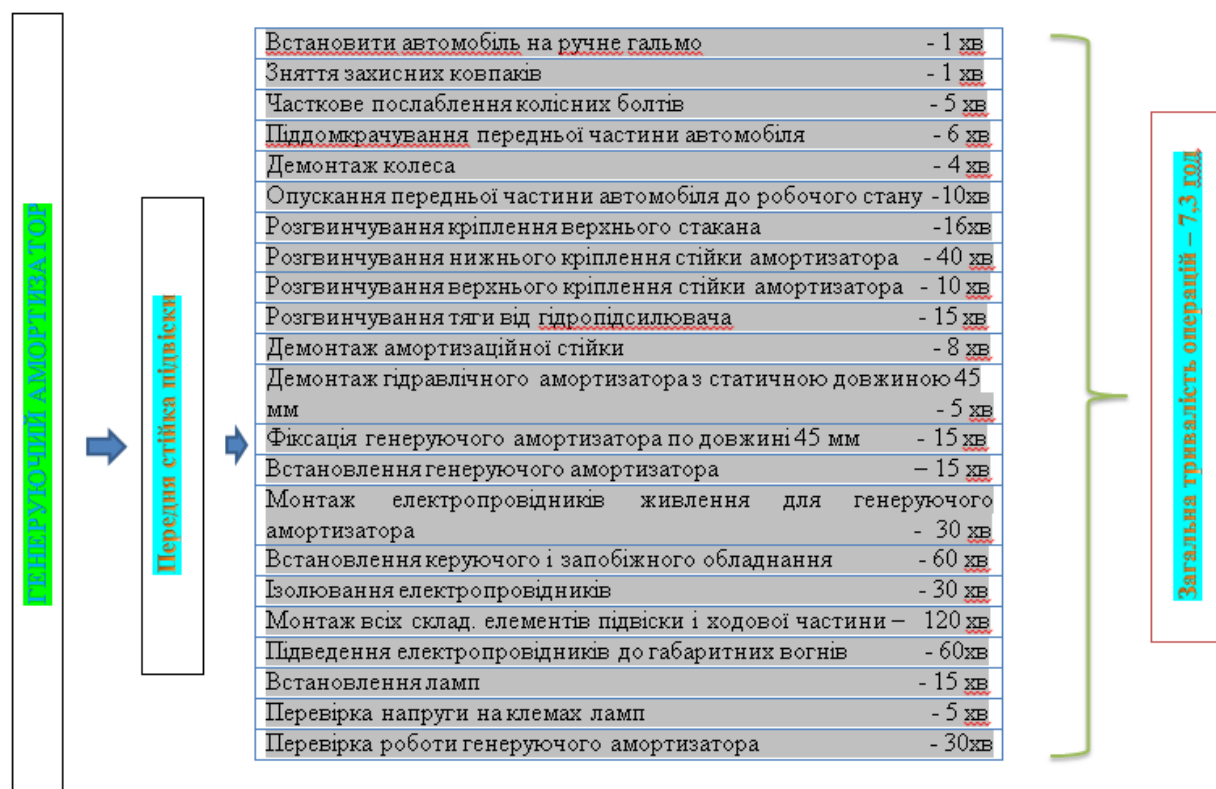


Рисунок 3.4 – Схема проведення технологічних операцій на демонтаж і монтаж генеруючого амортизатора у підвіску автомобіля.

Складання технологічно операційної карти для демонтажу і монтажу передньої стійки автомобіля, підвищить продуктивність обслуговуючого персоналу на СТО.

3.4 Висновки

Описано послідовність проведення операційний, стосовно демонтажу та встановлення новоствореного генеруючого амортизатора, який служитиме не тільки поглинати поперечні коливання автомобіля, але і виробляти електричну енергію для живлення габаритних вогнів автомобіля.

За технічним рішенням продукування електричної енергії, створюються нові зразки КЕС для гібридних автомобілів, які відповідатимуть екологічним нормам Є-7. Серійний випуск даних систем, планується на 2024 рік.

4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [2]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.
- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.
- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.
- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.
- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.
- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.
- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.
- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.
- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.
- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів (з'єднувачів або

елементів) друкованої плати ЕБУ.

Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN, впровадженого фірмою BOSCH.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);

- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час модернізації передніх стійок підвіски легкового автомобіля (демонтаж базового і монтаж новоствореного генеруючого амортизатора, рис, 4.1.

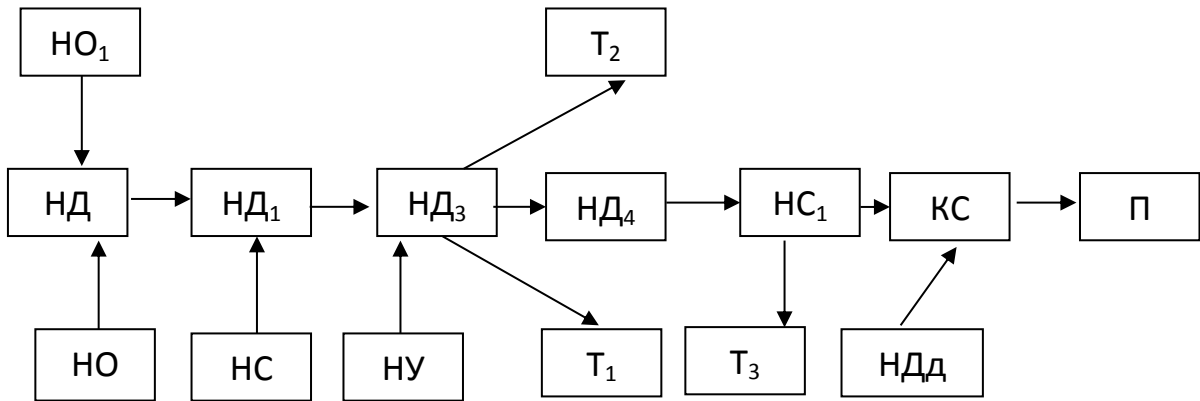


Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час демонтажу передньої стійки підвіски автомобіля: НД – піддомкращування лівої сторони автомобіля; НО – наявність проржавілої площадки кузова; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – зняття колеса; НС – можливе спадання ключа із кріпильних болтів колеса; НД₃ – розвинчування верхнього кріпильного з'єднання амортизаційної стійки із кузовом; НУ – можливе падіння капота; Т₁ – травма голови; Т₂ – побиття кінцівок; НД₄ – розвинчування нижнього кріплення стійки з колісною ступицею; НС₁ – небезпечний хід пружини на видовження гідроциліндра; КС – автомобіль зсувається із домкрата; НДд – необхідна допомога іншої особи; П – автомобіль зсувається із домкрата.

4.2 Пожежна безпека

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на

відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту r_x подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 5.1) визначиться за відношенням [18]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м.

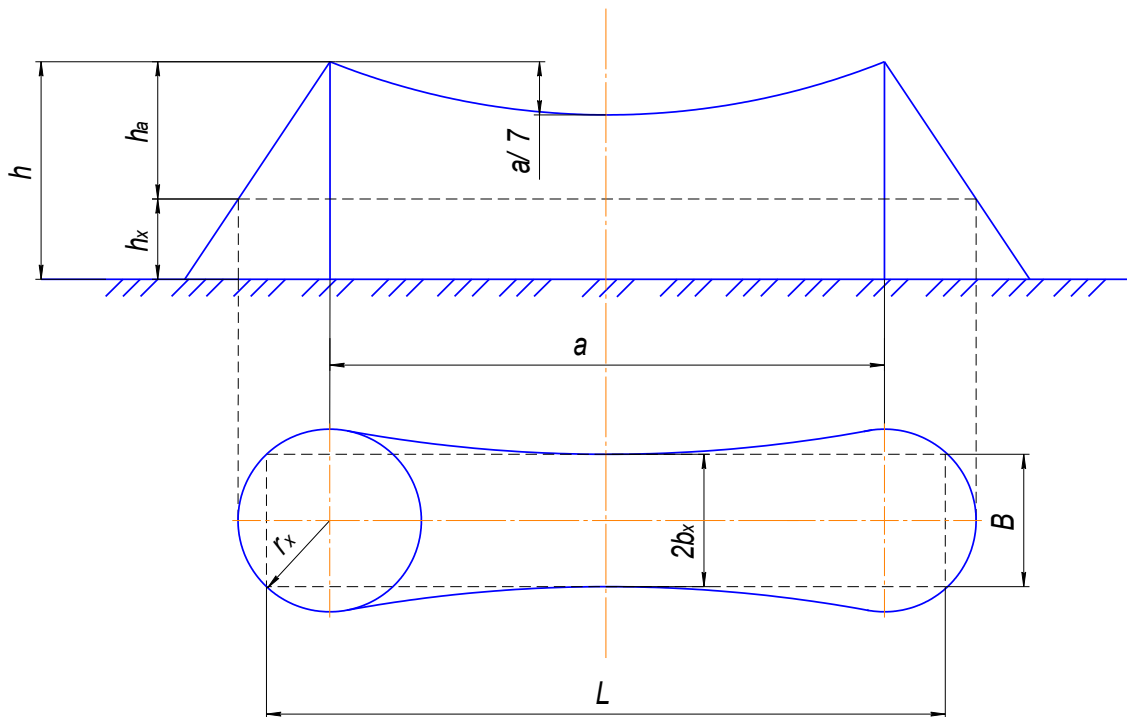


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування
автомобілів

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 20$ м.

Тоді,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (4.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт k_x за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (4.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, що дана будівля вписується у захисну зону і буде захищена від ударів блискавки.

4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем: зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьогоденних і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах;

2. Шкідливі викиди від автомобілів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямої шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автомобільного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального

підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, повені в Європі й Азії.

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водяним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів автомобілів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано

тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затрудненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечно в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на автомобільних підприємствах, технічне обслуговування автомобілів проводиться не на належному рівні: *а)* відпрацьовані оливи зливаються на землю; *б)* зношені шини спалюються безпосередньо на землі. Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на у автомобільних підприємствах проводиться контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є леткими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях)[13]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

4.6 Висновки

Змодельовані заходи небезпечних обставин, які можуть привести до небезпечних ситуацій, під час технічної і комп'ютерної діагностики автомобіля.

Проведений аналіз стану охорони праці, охорони довкілля, що дозволяє спроектувати систему заходів, методів прийому і принципів, особливо під час експериментальних досліджень автомобіля, спрямованих на захист ґрунтів, водойм та повітряного простору.

5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Експлуатаційні витрати

Підвищення коефіцієнта корисної дії двигуна, за рахунок використання генеруючих амортизаторів у підвісці автомобіля, дозволяє покращити економічні, екологічні і швидкісні характеристики автомобіля.

Відповідно, нами прийнято рішення, зменшити навантаження на головний генератор бортової електромережі автомобіля, що відповідно знизить витрати палива.

Для розрахунку економічних показників досліджуваного автомобіля, використано методику [9].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за формулою:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (6.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

$Z_{зм}$ – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{зм} = 1,8$ грн./км;

$Z_{ТО}$ – витрати на технічне обслуговування;

$Z_{ав}$ – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,25$ грн./км;

$Z_{зн}$ – витрати на заробітну плату водія, $Z_{зн} = 9,05$ грн.

Грошові витрати на придбання палива (з базовою і модернізованою підвіскою) визначаємо за відомою формулою:

$$Z_n^{\delta} = \frac{C_n^{\delta} \cdot g}{100} \quad 6.2$$

де, C_n^{δ} – вартість палива, $C_n^{\delta} = 45,00$ грн./л;

g – витрата палива (з базовою конструкцією), $g = 9,5$ л/100 км.

Тоді:

$$Z_n^{\delta} = \frac{45,00 \cdot 9,5}{100} = 4,28 \text{ грн./км}$$

Тоді, з використанням генеруючого амортизатора:

$$Z_n^e = \frac{c_n \cdot g_n}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива з модернізованою електромережею, $g_{п.п} = 8,1$ л/100 км.

Отже:

$$Z_n^e = \frac{45,00 \cdot 8,1}{100} = 3,65 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для автомобіля з модернізованою електромережею є дещо нижчими, відносно базової.

Тоді, витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{то} = N_{тр} \cdot l_{тр} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 6.4$$

де, $N_{тр}$ – витрати на автомобіль з модернізованою системою і базовою, $N_{тр} = 82,2$ грн./1000 км.

$$Z_{то} = 72,2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,0822 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{амор.} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{кап.р}}{10^5}, \text{ грн} \quad 6.5$$

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 150600,00$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,22$;

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 15500$ км;

$A_{кап.р}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{кап.р} = 0,14$

$$Z_{амор.} = \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,22}{10^5} + \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,14}{10^5} = 5135,50 + 3268,02 = 8403,52 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для базової системи

$$Z = 4,28 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 9,05 = 15,60 \text{ грн/км};$$

- з модернізованою

$$Z = 3,65 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 9,05 = 14,97 \text{ грн./км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть мати вигляд ($b = 0,01$ - коеф., що враховує простій автомобіля, тобто пробіг рівний близько 14850 км/рік):

- з модернізованою мережею

$$Z_d = 15,60 \cdot 14850 = 231660,00 \text{ грн./рік};$$

- з базовою

$$Z_d = 14,97 \cdot 14850 = 222304,50 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річний економічний ефект від використання генеруючого амортизатора буде складати:

$$E = 231660,00 - 222304,50 = 9355,50 \text{ грн./рік}$$

5.2 Висновки

За використання легкового автомобіля з модернізованою бортовою електромережею, витрати палива знижуються близько 1 л /100 км, відносно базової комплектації.

Відповідно, річний економічний ефект від використання генеруючого амортизатора склав близько 9355,50 грн./рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведено техніко-економічне обґрунтування різного роду генераторів бортової електромережі живлення сучасних автомобілів, та з'ясовано їхню постійну взаємодію із двигунами внутрішнього згорання.

Подано технічне рішення на модернізацію підвіски автомобіля та представлено конструктивно-технологічну схему нового генеруючого амортизатора.

Проведено розрахунок можливості генеруючого амортизатора на вихідну напругу (під час руху автомобіля 50 км/год.), яка становить близько 2 В.

Використання генеруючого амортизатора, дозволяє зменшити навантаження на основний бортовий генератор автомобіля.

Описано послідовність проведення операційний, стосовно демонтажу та встановлення новоствореного генеруючого амортизатора, який служитиме не тільки поглинати поперечні коливання автомобіля, але і виробляти електричну енергію для живлення габаритних вогнів автомобіля.

Змодельовані заходи небезпечних обставин, які можуть привести до небезпечних ситуацій, під час технічної і комп'ютерної діагностики автомобіля.

Проведений аналіз стану охорони праці, охорони довкілля, що дозволяє спроектувати систему заходів, методів прийому і принципів, особливо під час експериментальних досліджень автомобіля, спрямованих на захист ґрунтів, водойм та повітряного простору.

Використання легкового автомобіля з модернізованою бортовою електромережею, витрати палива знижуються близько 1 л /100 км, відносно базової комплектації.

Відповідно, річний економічний ефект від використання генеруючого амортизатора склав близько 9355,50 грн./рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
5. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
6. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Львів: Видавництво НУЛП, 2006. 440 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
8. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
9. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
10. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання / Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
11. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
12. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородін С.І. Особливості розробки циклу теплової

підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора /
Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет 33 конференції
«Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р
ХНАДУ, Харків, 2017, С. 25 – 27.

13. Двигуни внутрішнього згоряння : [підручник]: у 6 т. / [за редакцією
проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова].:Т.
2 : Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних
машин. – Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. – 367 с.

14. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник.
К.: Каравела, 2009. 400с.

15. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок
автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка,
к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.

16. Бороденко Ю.М., Дзюбенко О.А., Биков О.М. Діагностика
мехатронних систем автомобіля. Харків: ХНАДУ, 2015. 263 с.

17. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів. К.:
Каравела, 2004.-304с.

18. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний
ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.

19. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим
доступу: <https://lnau.electude.eu>.

20. Електронні системи управління / Електронний інформаційний
ресурс мережі інтернет, режим доступу: <https://www.autoezda.com/electr/.html>

21. Електронне і електричне обладнання автомобілів / Електронні
інформаційні ресурси мережі інтернет, режим доступу з переліком сайтів:
<https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/30/6-30-mzs173.pdf>