

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЗАОЧНОЇ ТА ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАКТОРІВ

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

Освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ
СЕЛЕКТОРА АВТОМАТИЧНОЇ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ
ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ»**

Виконав: студент групи _АТ – ____

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва)

Горак Назар Романович
(прізвище ім'я та по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент Магац М.І.
(наук. ст., вчене звання, прізвище та ініціали)

Рецензент: _____
(наук. ст., вчене звання, прізвище ініціали)

ДУБЛЯНИ 2021

УДК 631.359.1: 89

Горак Н. Р. «Підвищення експлуатаційної надійності селектора автоматичної коробки передач легкового автомобіля»/Кваліфікаційна робота. Кафедра автомобілів і тракторів – Дубляни: Львівський національний аграрний університет, 2021. 45 с. текст. част.; табл. 2; рисунків 24; бібліогр. джерел 16; 17 презентаційних листів (слайдів).

Запропоновано модернізувати селектор автоматичної КПП.

Подано технологію відновлення експлуатаційного ресурсу механізму приводу КП.

Представлено конструктивні елементи модернізації системи переключення передач.

У роботі передбачено опис і розробка заходів для забезпечення безпечних умов праці та охорони довкілля.

Розраховано економічні втрати, під час експлуатації автомобіля, за нестабільної роботи селектора приводу АКПП.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1 Особливості автомобільних трансмісій	8
1.2 Особливості роботи КПП	10
1.3 Основні елементи автомобільних трансмісій	11
1.4 Особливості найзатребуваніших трансмісій 4Matic, xDrive, 4Motion, Quattro	13
1.5 Селектори АКПП.....	15
1.5.1 Різновиди селекторів АКПП.....	16
1.5.2 Несправності селектора АКПП.....	17
Висновки.....	20
2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	20
2.1. Розрахунок гідравлічних магістралей АКПП	21
Висновки	23
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	24
3.1. Технологічний процес модернізації давача селектора АКПП	24
Висновки.....	26
4. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	27
4.1 Коструктивні елементи частково модернізованого давача селектора АКПП.....	27
Висновки.....	28
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	29
5.1 Види небезпечних ситуацій на автопідприємствах	29
5.2 Заходи охорони праці під час експлуатації автомобіля.....	32
5.3 Документація з охорони праці.....	32

6 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	35
6.1 Охорона ґрунтів.....	36
6.2 Охорона водних ресурсів.....	37
6.3 Охорона повітря	38
6.4 Способи утилізації ПММ	38
Висновки.....	39
7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	40
7.1 Експлуатаційні витрати за несправного давача селектора АКПП.....	40
Висновки	42
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Зв'язок із ведучими колесами автомобіля, складає його трансмісія. Її функції:

- передача крутного моменту від двигуна до привідних коліс;
- змінює величину та напрямок крутного моменту;
- розподіляє крутний момент між ведучими колесами.

Трансмісія автомобіля об'єднує комплекс механізмів, що забезпечують функціонування рушійних механізмів, тобто передачу енергії від двигуна. Слово «transmission» з англійської на українську перекладається, як «перенесення» чи «передача». Від роботи механізмів трансмісії, залежить витрата палива, безпека і комфорт пасажирів автомобіля та ефективність перевезення вантажів.

Слід зазначити, що бувають випадки, коли основні виконавчі механізми трансмісії, такі як АКПП піддається некоректній роботі. Однією із причин такої роботи, є негативний вплив селектора на перемикання передач.

Для швидкого відновлення роботи селектора, нами пропонується у коробку контактних бігових доріжок, встановити перемикаючий додатковий провідник, що дасть можливість відновити роботу АКПП (у фіксованому режимі), без значних фінансових витрат.

На наше переконання, робота є актуальною і спрямована на підвищення техніко-експлуатаційних і економічних показників сучасного легкового автомобіля.

Мета роботи: Покращення техніко-експлуатаційних і економічних показників легкового автомобіля.

Задачі досліджень:

1. Провести аналіз літературних джерел, що до модернізації механізмів приводу АКПП.

2. Розрахувати продуктивність гідронасосу на створення тиску у гідромуфті приводу планетарного редуктора, який примусово увімкнений, завдяки модернізації контактного модуля селектора.
3. Розробити технологію модернізації селектора.
4. Подати конструктивні елементи модернізованого контактного модуля селектора приводу АКПП.
5. Довести та змодельовати запобіжні заходи під час проведення діагностичних робіт.
6. Розрахувати економічні втрати за некоректної роботи селектора АКПП.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Особливості автомобільних трансмісій

Автомобілі, що оснащені різними приводами, конструкція трансмісій мають ряд відмінностей, як за складом елементів, так і за передачею енергії до рушіїв.

Для прикладу, трансмісія задньопривідного автомобіля об'єднує послідовно з'єднані зчеплення, КПП, карданні передачі, головну передачу, диференціал, півосі і бортові редуктори, рис. 1.1



Рисунок 1.1 – Трансмісія легкового автомобіля

Зчеплення служить для короткочасного роз'єднання і плавного з'єднання двигуна з КПП, а також запобігає перевантаженню елементів трансмісії.

КПП забезпечує зміну крутного моменту, швидкості і напрямку руху транспортного засобу та тривале роз'єднання ДВЗ від трансмісії.

Карданна передача передає крутний момент від вторинного валу КП на головну передачу редуктора ведучого моста.

Головна передача збільшує передачу крутного моменту та транспортує його під кутом 90 градусів на півосі рушіїв.

Диференціал є складовою частиною механізму розподілу крутного моменту між ведучими колесами, забезпечує їхнє обертання із різними кутовими швидкостями.

Що стосується трансмісії передньопривідного автомобіля (відносно задньопривідного), тут встановлено шарніри рівних кутових швидкостей та приводні вали. А головна передача і сам диференціал розміщені у картері КП.

Шарніри рівних кутових швидкостей забезпечують передачу крутного моменту від диференціала до ведучих коліс. Слід зазначити, що конструкція трансмісії налічує два шарніри для з'єднання з диференціалом (внутрішні) і два зовнішні шарніри, що з'єднують рушії через приводні вали.

Конструкція трансмісії повнопривідних автомобілів утворює систему повного приводу, рис. 1.2.

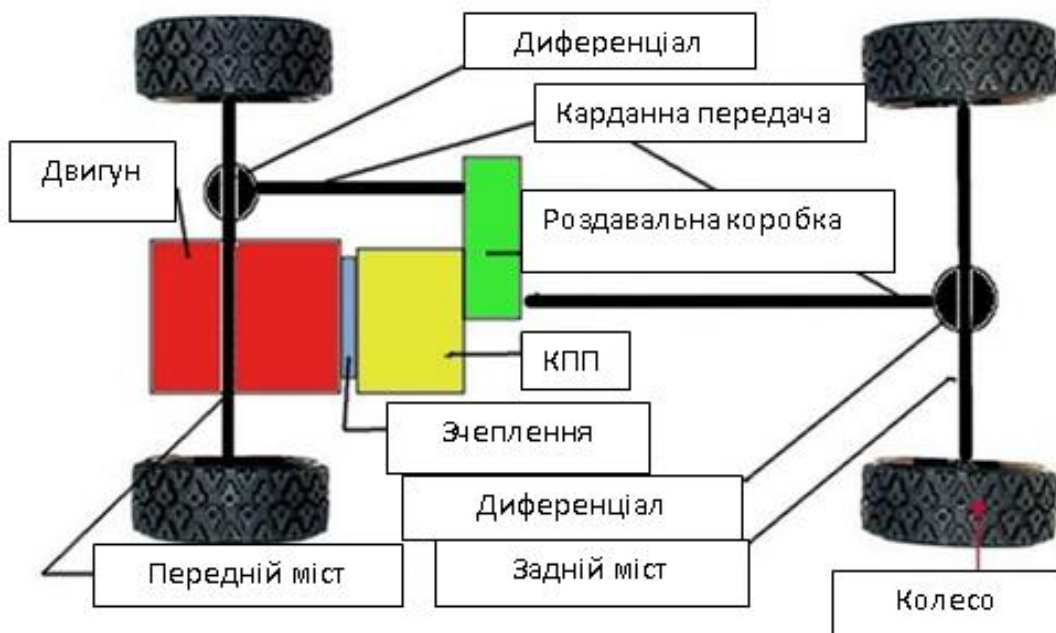


Рисунок 1.2 – Трансмісія повнопривідного автомобіля

1.2 Особливості роботи КПП

Механічні КПП є прості за конструкцією, надійні, з можливістю управління в ручну на всіх режимах руху автомобіля. Завдяки таким якостям, механічна коробка являється найбільш затребуваною конструкцією. Але, незважаючи на те, за останні роки набирають попити автоматичні КПП.

Роботизовані коробки передач, являють собою механічну коробку передач в якій всі функції вимикання зчеплення і перемикання передач є автоматизовані. Мають у своєму складі подвійне зчеплення, що забезпечує передачу крутного моменту без розриву потоку потужності двигуна.

Використання такої АКПП (робот), забезпечує зниження витрати палива, високу розгінну динаміку та плавність ходу автомобіля. Вони встановлюються як на бюджетні автомобілі (Volkswagen, Ford), так і автомобілі преміум класу (Bentley, Porsche).

Відомі конструкції автомат коробок - це DSG (Direct Shift Gearbox), SMG (Sequential M Gearbox), Ізітронік.

Також слід зазначити, що виробниками продукуються безступінчасті коробки передач (варіатори). На відміну від ступінчастих КПП, передаточне число тут змінюється плавно. Завдяки такій конструкції, варіатор дає можливість оптимізувати динамічні характеристики автомобіля. Негативними сторонами даних коробок, є:

- обмеження за величиною передавального крутного моменту;
- обмежена надійність і ресурс.

Їхні конструкції мультитронік і екстроїд в основному використовують японські компанії: Nissan, Honda, Subaru, та європейські – Audi.

Що стосується класичних автоматичних коробок, в їхню конструкцію входить гідротрансформатор (який замінює зчеплення і забезпечує безступінчасту передачу крутного моменту) та механічна КПП (планетарні редуктори). Вони можуть забезпечити сім (7G-Tronic) і навіть вісім передач, рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Автоматична КПП.

Дані АКПП забезпечують плавне перемикання передач і високу надійність. Але, присутні і негативні сторони – сприяють підвищенню витрати палива і забезпечують низький розгінний потенціал автомобіля. У деяких конструкціях передбачена імітація ручного перемикання передач Типтронік, Стептронік.

Також, виробниками поступово починає використовуватись різновид автоматичної коробки, тобто адаптивна коробка, що враховує стиль водіння індивідуальної людини.

При описі конструкції, деякі елементи, такі як трансексл, можуть зустрічатися у деяких автомобілів (моделей Chevrolet, Nissan Alfa Romeo) із заднім приводом для спорткарів із незалежною підвіскою. Трансексл з'єднується із двигуном карданною передачею з гумовими муфтами.

1.3 Основні елементи автомобільних трансмісій

Трансексл – приводний міст у блоці з коробкою передач.

Кардан — механізм передачі крутного моменту між валами передньоприводних автомобілів, а у задньоприводних - між КПП і задніми рушіями.

Картер – являє собою кожух, у якому розміщена головна передача, півосі та диференціал, рис. 1.3

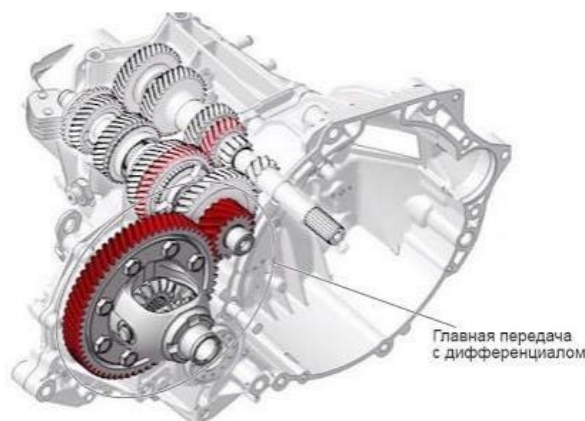


Рисунок 1.3 – Картер у зборі передньоприводного автомобіля

Диференціал може мати вигляд в'язкісної чи фрикційної муфти або зв'язок черв'ячних півосьових шестерень з автоматичним самоблокуванням.

Напівосі - передають крутний момент від диференціала через маточину до ведучих коліс, рис. 1.4.

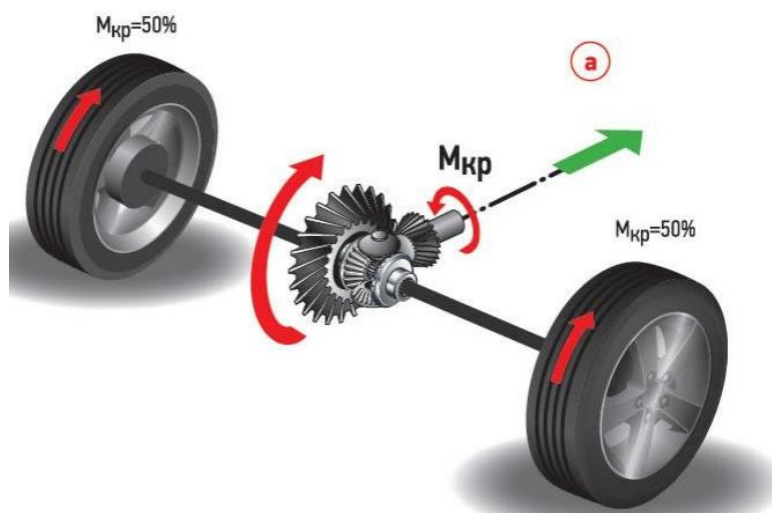


Рисунок 1.4 – Технологічний зв'язок диференціала із рушіями через півосі.

Слідуючими важливими елементами трансмісії передньоприводних мостів, являються шарніри кутових швидкостей. Тут, шруси здатні надійно працювати з істотними кутами повороту, навіть до 70 градусів, рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Приводний вал із шрусами

Даний пристрій постійно удосконалюється, що зумовлюється покращеною функціональністю та ергономічністю.

Сьогодні існують слідуочі повнопривідні трансмісії: 4Matic, xDrive, 4Motion, Quattro

1.4 Особливості найзатребуваніших трансмісій 4Matic, xDrive, 4Motion, Quattro

Система повноприводу 4Matic - встановлюється на легкові автомобілі Mercedes-Benz з міжколісними та міжосьовими диференціалами вільного типу, дозволяючи рівномірний розподіл крутного моменту двигуна по ведучим осям. Відповідно, кожна з осей з використанням вільного диференціалу обертається із різною кутовою швидкістю. У системі передбачено контроль за курсовою стійкістю транспортного засобу (тобто є присутній контроль за тяговим зусиллям, встановлена антиблокувальна система гальм і антибуксувальний механізм).

Особливістю повноприводної трансмісії xDrive (яка розроблена фірмою BMW), являється багатодискова фрикційна муфта, що моделює роботу диференціалу, тобто забезпечує можливість перерозподілу міжосьового крутного моменту у широкому діапазоні (0 до 100%).

Система Quattro (розробка фірми Audi), має у своєму складі вільний диференціал з електронним блокуванням, що дозволяє в автоматичному режимі унеможливити пробуксовування провідних коліс на слизькій дорозі.

Трансмісія Motion (фірми Volkswagen), забезпечує розподіл крутного моменту по осях, залежно від способу експлуатації автомобіля.

На рис.1.6, зображено автомобільні трансмісії:



a)

б)

Рисунок 1.6 – Автомобільні трансмісії:

a) автомобіль з переднім приводом;

б) з повним приводом.

На рис. 1.7, зображено гідравлічний повний привод з візкомуюфтою.

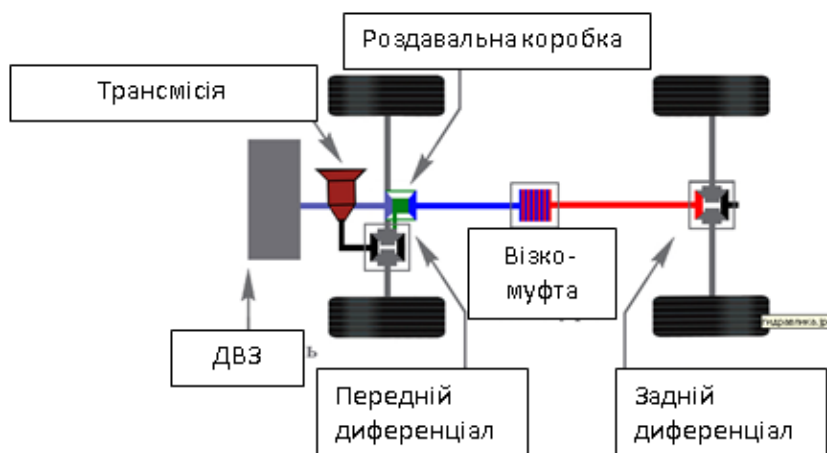


Рисунок 1.7 – Гiдравлiчний повний привод з вiскомуфтою.

За такої трансмісії, перемикання передач відбувається без розриву потоку енергії від двигуна.

На рис. 1.8 зображено складові елементи автоматичної КПП, яка вмикається завдяки давача селектора перемикання передач.

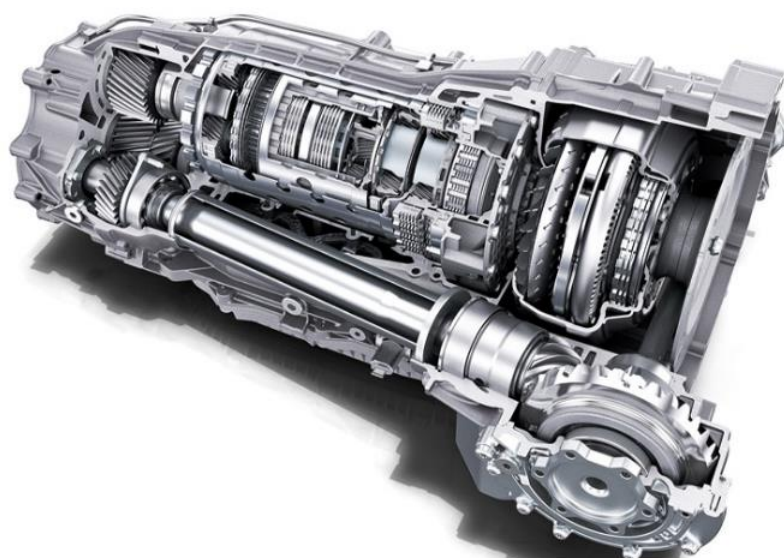


Рисунок 1.8 – Загальний вигляд АКПП.

1.5 Селектори АКПП

Селектор автоматичної коробки є не менш важливим елементом, ніж важіль перемикання передач механічної КПП.

Як правило, роль селектора АКПП виконує важель, який в основному розміщений в центральній частині салону автомобіля ближче до рульової колонки. Додатково, можуть бути встановлені окремі кнопки для інших режимів роботи автоматкоробки. Але, можуть зустрічатися моделі автомобілів, у яких відсутній важіль перемикання.

1.5.1 Різновиди селекторів АКПП

Стандартно, в основному АКПП комплектуються важелем (селектором). Виходячи з того, що автоматична трансмісія автомобілів почала використовуватись трохи пізніше, ніж механіка, вона постійно модернізується і має декілька видів. За управлінням коробкою, на сьогодні в основному можна виділити три види селекторів:

- підрульові;
- кнопкові;
- днищеві.

Підрульове розміщення селектора, часто використовували виробники автомобілів із США у вісімдесятих роках.

Таке розміщення важеля на рульовій колонці не тільки полегшувало легкий доступ, але і давало можливість збільшити кількість посадкових місць у передній частині салону автомобіля.

Селектор АКПП є також важливим елементом, відносно важеля переключення передач механічної КПП. Він також дозволяє водію управляти коробкою, тобто вмикати різні і додаткові діапазони режиму роботи автоматичної коробки передач, залежно від умов експлуатації автомобільного технічного засобу.

На рис. 1.9, відображено діапазон переключення важеля-селектора АКПП.



Рисунок 1.9 - Діапазон переключення важеля-селектора АКПП автомобіля

В основному, на сьгоднішніх автомобілях використовують режим блокування АКПП через привод педалі гальма. Також, на важелі селектора можна зустріти окрему кнопку, для вмикання деяких режимів КПП. Для прикладу, у деяких автомобілях без натискання на педаль гальма, не запускається ДВЗ чи не увімкнеться режим понижених передач L2 або 1 - без натискання на спеціальну кнопку на важелі селектора.

1.5.2 Несправності селектора АКПП

До основних ознак несправностей селектора можна віднести:

- відсутність вмикання ліхтарів заднього ходу (в режимі R);
- неможливість розблокування натисканням на гальмо педаль;
- затруднений хід селектора,
- при перемиканні селектора, режими не змінюються;
- передачі у автоматичному режимі перемикаються з відчутніми ударами.

І тому, причини несправностей селектора можуть бути різними, такі як: окислення чи обрив контактів, вихід із ладу датчик положення селектора,

механічні поломки. Для цього, необхідне діагностичне обладнання і відповідний досвід фахівця.

Насамперед слід зазначити, що гідромеханічна автоматична трансмісія є досить складною по конструкції і роботою. АКПП налічує значну кількість пристроїв та механізмів. А для надійної їхньої роботи важливо знати, що в автомат КПП, крім конструктивних елементів, повинна бути робоча трансмісійна олива ATF. Вона не просто виконує роль звичайної трансмісійної олії для змащування тертьових поверхонь, а виконує функцію управління коробкою.

Відповідно, справність роботи АКПП безперечно буде залежати від стану рідини ATF, її рівня і якості. Тобто, якщо трансмісійна олива забруднена та втратила свою в'язкість, робота коробки буде поєднуватись із різкими поштовхами під час автоматичного перевикання передач в режимі збільшення швидкості автомобіля.

І тому, АКПП необхідно регулярно обслуговувати та постійно контролювати стан оливи. Деякі виробники можуть вказувати застереження, що олива залита на весь термін експлуатації і не потребує заміни. Дану рекомендацію слід розуміти, як односторонньою (тобто експлуатацію автомобіля за ідеальних умов).

Враховуючи конструктивні особливості гідромеханічної коробки автомат, що з'єднується з двигуном через: гідротрансформатор, гідромуфту чи ГДТ, олива являється основним джерелом передачі крутного моменту. Тут олива ATF постійно знаходиться під навантаженням, що спричиняє різке її розігрівання, накопичення продуктів зношування та продуктів окислення (тобто в'язкість трансмісійної оливи змінюється у негативну сторону).

Тому, на практиці заміну рідини ATF слід проводити на 40-60 тисячах пробігу автомобіля. А у новому чи після ремонту - через 5-10 тисяч пробігу.

В іншому випадку, за не виконання даних вище застережень, що прописані у технічних умовах автомобіля, призведе до некомфортної

експлуатації авто вже через близько 250-300 тис. км. пробігу або повного припинення роботи.

Слідуючою причиною некомфортної роботи АКПП може бути забиття оливного фільтра, що може привести до зниження тиску олії у магістральних підходах до гідромумфт. А це результат порушення роботи фрикційних дисків, які не встигають зупинитись чи увімкнутися у необхідний момент, супроводжуючи відчутні поштовхи автомобіля. Фрикційні з'єднання не забезпечують належний зв'язок і починають прослизати і інтенсивно зношуватись. Даний негативний процес породжує: збільшення рівня оливи у коробці, від зношеного фрикційного матеріалу олива втрачає необхідну в'язкість та стає чорною із запахом гарі. За такого явища, АКПП може не вмикатися, а може продовжувати бути увімкненою навіть у положенні N. Перший випадок говорить - фрикційні диски зношені до максимуму, а у другому - можна стверджувати залипання фрикційних дисків.

Нами пропонується частково відновити роботу АКПП, коли загоряється на дисплеї «HOLD» (для досліджень взято до уваги автомобіль «Шевроле – Лачетті»/

На рис.1. 10, відображено загальний вигляд давача селектора, який і спричиняє відображення на дисплеї досліджуваного автомобіля голограмку несправності трансмісії.



Рисунок 1.10 – Загальний вигляд несправного давача селектора АКПП.

І тому, наші подальші дії будуть стосуватися часткової модернізації давача селектора АКПП автомобіля «Шевроле-Лачетті», спрямовані на підвищення його експлуатаційних і економічних показників.

Висновки

Проведено авнвліз літературних джерел, стосовно модернізованих виконавчих механізмів приводу АКПП двигунів, та визначено їхні вразливі сторони.

Нами пропонується частко модернізувати давач селектора автомат коробки, шляхом перемикання бігових доріжок контактних груп формування електричних вихідних сигналів до ЕБУ.

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок гідравлічних магістралей АКПП

Необхідно розрахувати оптимальний діаметр оливних магістралей, втрат тиску на подолання гідравлічних опорів.

Внутрішній діаметр (умовний прохід) магістралі d визначають за відомою формулою

$$\begin{aligned} \text{або} \quad & d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \\ & d = 4,6 \sqrt{\frac{Q}{v}}, \end{aligned} \quad (2.1)$$

де Q - витрата рідини, м³/с (для 1-ї формули і л/хв.) а для 2-ї v - швидкість руху рідини, м/с;

d - внутрішній діаметр магістралі, м.

Швидкість руху трансмісійної оливи залежить в основному від тиску у магістралях (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Значення швидкості робочої рідини

	Магістралі			
	Всоктуючі	Зливні	Нагнітальні	
$P_{ол.}$, МПа	-	-	2,5	5,3
V_p , м/с	1,2	2	3	3,5

Втрати тиску на подолання гідравлічних опорів у магістралі визначаються за формулою

$$\Delta P_{дл} = \rho \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v_{РЖ}^2}{2}, \quad (2.2)$$

де ρ - густина робочої рідини, кг/м³;

λ - коефіцієнт гідравлічного тертя;

l - довжина магістралі, м.

Втрата тиску у місцевих опорах визначається за формулою:

$$\Delta P_{\text{м}} = \rho \zeta \frac{v_{\text{РЖ}}^2}{2}, \quad (2.3)$$

де ζ - коефіцієнт місцевих опорів.

Значення коефіцієнтів ζ для найбільш поширених видів місцевих опорів приймають наступними [12]:

- для штуцерів і перехідників для труб $\zeta = 0,1 \dots 0,15$;
- для косинців з поворотом під кутом 90° $\zeta = 1,5 \dots 2,0$;
- для прямокутних трійників для розділення та об'єднання потоків $\zeta = 0,9 \dots 2,5$;
- для плавних вигинів магі стралі на кут 90° з радіусом $(3 \div 5)d$ $\zeta = 0,12 \dots 0,15$

При ламінарному режимі для визначення коефіцієнта гідравлічного тертя λ за $Re < 2300$

$$\lambda = \frac{75}{Re}, \quad (2.4)$$

За турбулентного режиму руху рідини в діапазоні $Re = 2300 \dots 100000$ коефіцієнт λ визначиться

$$\lambda_T = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}. \quad (2.5)$$

якщо

$$Re > 10 \frac{d}{\Delta_{\text{э}}}, \quad (2.6)$$

де $\Delta_{\text{э}}$ - еквівалентна шорсткість магістралі (для безшовних сталевих $\Delta_{\text{э}} = 0,05$ мм, для латунних - $\Delta_{\text{э}} = 0,02$ мм, для мідних - $0,01$, із сплавів з алюмінію - $0,06$, для гумових шлангів - $0,03$).

Коефіцієнт гідравлічного тертя визначається

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta_{\text{э}}}{d} \right)^{0,25}. \quad (2.7)$$

Втрати тиску в гідроапаратури $\Delta P_{\text{га}}$ приймають за її технічні характеристики

$$\Delta P = \Delta P_{\text{дл}} + \Delta P_{\text{м}} + \Delta P_{\text{за}} \quad (2.8)$$

При виконанні гідравлічного розрахунку, передбачена перевірка безкавітаційної роботи насоса. Визначаємо величину вакууметричного тиску біля входу в насос

$$P_{\text{в}} = \rho g \left(h_s + h_{\text{мп}} \frac{\alpha v^2}{2g} \right), \quad (2.9)$$

де h_s - відстань від осі насоса до рівня робочої рідини в піддоні КП;

$h_{\text{мп}}$ - втрати напору на подолання всіх гідравлічних опорів у всмоктуючій магістралі;

v - швидкість руху рідини;

α - коефіцієнт Коріоліса.

Рекомендований (з запасом на безкавітаційну роботу насоса) вакууметричний тиск $P_{\text{в}}$ біля входу в насос повинен бути не більше 0,04 МПа. Якщо $P_{\text{в}} > 0,04$ МПа, необхідно збільшити діаметр всмоктувальної магістралі. При чому, різниця тисків у піддоні $P_{\text{б}}$ (з атмосферним або надмірним тиском) і на вході в насос $P_{\text{в}}$ не повинна бути менша 0,06 МПа.

Висновки

За проведеним розрахунком гідравлічної частини АКПП, визначено мінімально-оптимальний тиск в нагнітальній магістралі – 2,5 МПа, а робочий - 3...4,5 МПа. Швидкість руху оливи складає близько – 3,5 м/с., діаметр магістралей у гідро блоці управління коробкою, повинен бути 4,5...5,5 мм.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічний процес модернізації давача селектора АКПП

За неможливості ЕБК визначити положення селектора автомобіля «Шевроле-Лачетті», загоряється лампочка «HOLD», рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Несправність трансмісії

Для часткового відновлення роботи давача селектора вмикання режимів роботи КП (для безпечного доїзду до місця призначення чи на СТО), необхідно провести наступні технологічні аперції, рис. 3.2:

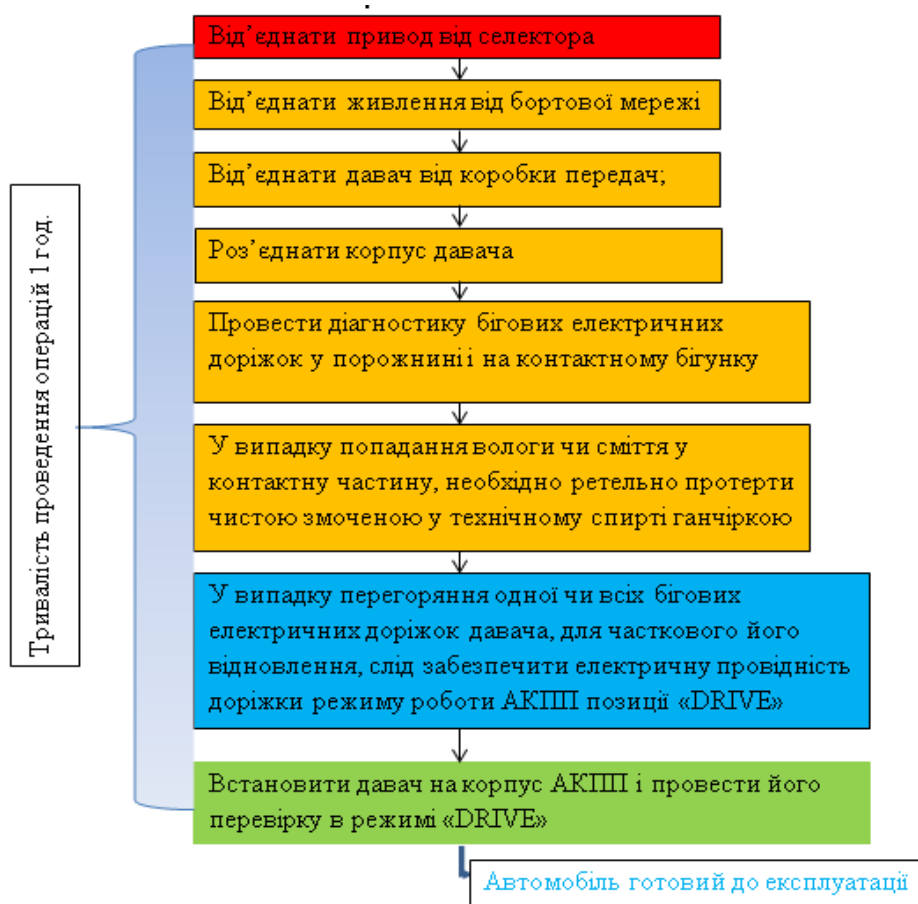


Рисунок 3.2 - Технологічні операції відновлення роботи давача селектора

- від'єднати привод від селектора перемикаання передач, рис. 3.3;



Рисунок 3.3 – Розміщення давача селектора на АКПП

- від'єднати живлення від бортової мережі автомобіля (див. рис. 3.3);
- від'єднати давач від коробки передач;
- роз'єднати корпус давача, рис. 3.4
- провести діагностику бігових електричних доріжок у порожнині і на контактному бігунку;
 - у випадку попадання вологи чи сміття у контактну частину, необхідно їх ретельно протерти чистою змоченою у технічному спирті ганчіркою і герметично зєднати корпус давача;
 - здійснити перевірку наявності вихідних електричних сигналів з кожної бігової доріжки давача;
 - встановити давач на корпус АКПП і провести його перевірку на всіх швидкісних режимах руху автомобіля.

У випадку перегорання одної чи всіх бігових електричних доріжок давача, для часткового його відновлення, слід забезпечити електричну провідність доріжки ружиму роботи АКПП «DRIVE» за допомогою звичайного електричного провідника (див. рис. 3.4), що дасть можливість безпечного доїзду автомобілем до місця призначення чи до найблищого пункту СТО.



Рисунок 3.4 – Місце пошкодження електричної бігової доріжки

Висновки

Для відновлення роботи давача селектора перемикачів режимів роботи АКПП, нами запропонована методика технологічних операцій, що дасть можливість у безпечному режимі руху автомобіля доїхати до місця призначення чи до найближчої СТО.

4 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

4.1 Конструктивні елементи частково модернізованого давача селектора АКПП

У конструкцію модернізованого давача входять, рис. 4.1.



Рисунок 4.1 – Конструктивні елементи давача:

- a)* контактний бігунок;
- б)* кришка давача;
- в)* корпус давача.

На рисунку 4.2 зображено перемикаючий провідник бігової доріжки електроживлення режиму «DRIVE»



Рисунок 4.1 – Місце перемикання (мідним провідником) підгореної бігової доріжки датчика селектора.

Висновки

Представлено конструктивні елементи частково модернізованого давача селектора перемикання передач АКПП.

Визначено місце та представлено додатковий мідний електропровідник, що відновить подачу імпульсів до ЕБУ АКПП в режимі «DRIVE»

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Види небезпечних ситуацій на автопідприємствах

Будь який технологічний процес вимагає дуже точних виконань правил техніки безпеки, записаних у відповідній інструкції з охорони праці [7].

Безпечне транспортування вантажів, забезпечується правильним і рівномірним розміщенням у кузові автомобіля. Для того, необхідно дотримуватись наступних правил:

- не перевантажувати автомобіль;
- розподілити вантаж по всій площині навантажувальної платформи;
- вантаж не повинен виступати за габарити автомобіля;
- автомобілі та причепи повинні мати шини з глибиною протектора не менше 1,6 мм;
- з початком руху автомобіля, водій зобов'язаний впевнитися у відсутності попереду чи біля автомобіля людей. Водій зобов'язаний здійснювати рух згідно маршруту зі швидкістю безпечною для інших рухомих технічних засобів, та людей. Уникати наїздів на каміння, ями і інші перешкоди, які можуть спричинити небезпечну травмонебезпечну ситуацію.

Особливо небезпечну обстановку створює керування транспортом у важких дорожніх умовах. Під час такого руху необхідно увікнути габаритні вогні та зменшити швидкість.

Значні незручності виникають під час руху запиленою ґрунтовою дорогою. Водій, у цей час, може втратити пильність і зіхати із дорожнього полотна. Причиною такого явища виступає обмежена видимість.

Попередження виникненню небезпечних аварійних ситуацій, під час виконання технологічного процесу транспортування зернових культур, може за умови моделювання такого процесу (табл. 5.1)

Таблиця 5.1 - Моделювання процесів формування та виникнення небезпечних ситуацій
під час транспортування зернових

Виробнича безпека					
Вид робіт	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)	Можливі наслідки	Заходи попередження небезпечним ситуаціям
1	2	3	4	5	6
1. Транспортування зернових	Рух польовою дорогою НУ ₃ . Дорога підвищеної вологості НУ ₄ .	Автомобіль рухається на підвищеній швидкості НД ₂ . Мал. протектор НД ₃	Можливе занесення автомобіля НС ₃	Травма Аварія	Замінити шини Повинна бути безпечна швидкість руху автомобіля
<pre> graph LR NU3[НУ₃] --> NS3[НС₃] NU4[НУ₄] --> NS3 ND2[НД₂] --> NS3 ND3[НД₃] --> NS3 NS3 --> T[Т] T --> A[А] </pre>					

Продовження табл. 5.1

Виробнича безпека					
Вид робіт	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)	Можливі наслідки	Заходи попередження небезпечним ситуаціям
2. Під час зупинки автомобіля	Несправне стоянкове гальмо НУ ₆	Водій здійснює обслуговування автомобіля НД ₃	Самовільний рух автомобіля НС ₄ Падіння водія під колесо НС ₃ Наїзд автомобіля на водія НС ₆	Травма	Відлагодити стоянкове гальмо
<pre> graph LR NU6[НУ₆] --> ND3[НД₃] ND3 --> NS4[НС₄] NS4 --> NS3[НС₃] NS4 --> NS6[НС₆] </pre>					

5.2 Заходи охорони праці під час експлуатації автомобіля

Особи, зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах, повинні суворо дотримуватися вимоги техніки безпеки. Навантаження і розвантаження треба виконувати із застосуванням механізмів, призначених для цієї мети. Ніхто не повинен перебувати в радіусі вильоту стріли навантажувального механізму. Автомобіль, що знаходиться під навантаженням або розвантаженням, треба загальмувати; водій не має права відлучатися від місця навантаження або розвантаження. Якщо автомобіль встановлюють для завантаження бункера, то під'їжджати під нього слід заднім ходом, орієнтуючись по встановленим обмежникам, а центр кузова потрібно розташувати під отвором бункера. При вантажно-розвантажувальних роботах забороняється виконувати ремонтні роботи, огляд та операції технічного обслуговування. Занурені на автомобіль контейнери необхідно добре закріпити, не допускаючи їх переміщення в кузові. Центр ваги автомобіля, завантаженого контейнерами (особливо високими), знаходиться значно вище. Враховуючи це, водій автомобіля, що перевозить контейнери, потрібно рухатися і гальмувати плавно, на поворотах зменшувати швидкість руху. Заборонено перевозити пасажирів у кузові разом з контейнерами.

5.3 Документація з охорони праці

Згідно з правилами по охороні праці на автомобільному транспорті для організації робіт, а також контролю за виконанням заходів з охорони праці на кожному підприємстві повинні бути призначені люди по охороні праці з числа інженерно-технічних працівників [15]. Заходи з охорони праці є складовою частиною колективного договору підприємства. На директора господарства покладається:

- вирішення питань планування організаційно-технічних підприємств з профілактики виробничого травматизму і професійних захворювань;

- затвердження інструкції з техніки безпеки для окремих робіт та професій;

- своєчасне забезпечення робочим спецодягом, взуттям, засобами індивідуального захисту;

- персональна участь в розслідуванні нещасних випадків з важкими наслідками.

Директор підприємства зобов'язаний:

- здійснювати керівництво роботою з охорони праці, контролювати виконання всіма керівниками виробничих дільниць підприємства норм і правил;

- вимагати від головного механіка і керівників дільниць своєчасного усунення виявлених порушень в області охорони праці, правильного утримання обладнання і інструменту;

- забезпечити своєчасне проведення розслідування нещасних випадків і оформлення їх актами у встановленому порядку;

- керування розробкою і впровадженням більш сучасних засобів по охороні праці, механізації трудомістких робіт, а також покращення санітарно-побутових умов.

Заходи з охорони праці полягають в модернізації технологічного, підйомно-транспортного та іншого виробничого обладнання у відповідності до вимог ГОСТ 12.2.003-74 та іншими нормативно-технічними документами з безпеки праці.

Роботи, які виконуються у зоні ТО-2 і ПР автомобілів відносяться до категорії середньої важкості, відповідно до цього у даній зоні повинен бути такий мікроклімат, що відповідає даній категорії роботи.

Таблиця 5.2 - Оптимальні встановлені норми на постійних робочих місцях

Умови роботи	Норми на постійних робочих місцях		
	Оптимальні		
	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодні	19-21	40-60	0,2
Теплі	21-23	40-60	0,3

Місця робітників розташовані у відповідності з вимогами СНіП 2.09.02-85 «Промышленные предприятия». Ворота ділянки розсувні і забезпечені фіксаторами відкритої дії. Природне освітлення у виробничих, допоміжних і побутових приміщеннях задовольняє і відповідає вимогам ДБН В2.5-28-2006. Необхідні метеорологічні умови в приміщеннях забезпечуються опаленням і вентиляцією згідно ГОСТ 12.1.005.88 та СНіП 11.04.05-86.

В зоні ТО і ПР розташовані різні підйомники, пристрої, інструменти та багато іншого обладнання, яке необхідне під час технічного обслуговування автомобілів. При роботі на верстатах потрібно звертати особливу увагу на міцність закріплення тисків бо, якщо вони рухаються, працювати на них небезпечно. Велике значення при роботі має освітлення верстата і робочого місця як природнім так і штучним світлом. Довгі верстати, за якими працюють декілька чоловік, необхідно розділити сітчастими перегородками, зтягнутими густою металічною сіткою на висоту до 0,75м. Відділяючи кожне робоче місце верстата, запобігають випадковому пораненню інструментом, що зірвався, осколком металу, зрубленою заклепкою із сусіднього робочого місця.

6 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

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 сьогodнішніх і майбутніх поколінь людей.

Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Екстенсивне використання земельних та водних ресурсів шляхом збільшення залучення до виробництва земельних площ, вирощування сільськогосподарських культур, широке використання хімічних і біологічних засобів для збільшення врожаю - все це є причиною глобальної зміни клімату, порушення температурного і водного балансів.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, широкозахватних агрегатів на окремих механізованих операціях призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту. Робочі органи сільськогосподарських машин і знарядь інтенсивно розпушують ґрунт, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, особливо на територіях, що піддаються вітровій та водній ерозії.

Шкідливого впливу завдає нерозумне використання пестицидів. Пестициди - хімічні засоби захисту рослин від шкідників і хвороби. Діють вони швидко і ефективно, проте їх застосування має також негативні наслідки для довкілля і здоров'я людини. Вони можуть змінювати екологічні системи, здатні до міграції на великій відстані і накопичення в екологічних системах і ланцюгах живлення.

Досягнення якісно нових рубежів у виробництві продуктів харчування можливе лише за умов подальшої інтенсифікації землеробства і тваринництва на основі впровадження в практику найсучасніших досягнень науки і

техніки, ефективного й раціонального використання ресурсного потенціалу агропромислового комплексу, ліквідації втрат продукції.

6.1 Охорона ґрунтів

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Вони відіграють активну роль очищенні природних і стічних вод, ґрунтово - рослинний покрив є регулятором водного балансу суші.

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

В господарстві щорічно проводиться заходи щодо покращання родючості цих ґрунтів, зокрема вапнування, гіпсування, ерозійні заходи.

Значних збитків сільському господарстві завдає ерозія. Тому, одним з найважливіших природоохоронних засобів є боротьба з ерозією. Ерозія - руйнування ґрунту та гірських порід потоками води або вітру, а також технічними засобами.

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.

Негативно впливаючи на ґрунт, пестициди знижують їх родючість. Через поглинання і накопичення пестицидів відбувається забруднення ними сільськогосподарської продукції. Також при надмірному використанні міне-

ральних добрив вони в ґрунті повністю не розчиняються. Велика частина їх залишається, що зумовлює зменшення врожайності, а цим самим зцементовує ґрунт.

Технічне обслуговування машинно-тракторного парку проводиться не на високому рівні. Це полягає в наступному:

- а) відпрацьовані оливи зливаються на землю;
- б) зношені шини спалюються безпосередньо на землі.

Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шини приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забрудненню атмосфери продуктами згоряння.

Щоб уникнути забруднення навколишнього середовища через вище перераховані причини, необхідно відпрацьовані оливи збирати в ємність і відправляти на переробку, а зношені шини або відправляти в наварку, що збільшить їхній термін служби, або спалювати в спеціально відведених для цього місцях.

6.2 Охорона водних ресурсів

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

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

Територія господарства пересікається незначною кількістю невеликих річок, потічків та інших відкритих водойм.

Для розвитку господарства, підвищення врожайності велике значення має застосування мінеральних добрив. Підземні води вимивають ці добрива і вони подаються в річки і озера, внаслідок чого гине риба і рослинність. Також добрива попадають у криниці, з яких люди споживають воду і внаслідок чого виникають різні захворювання [11,15]. Тому, мінеральні добрива та отрутохімікати необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також пост зовнішнього миття тракторів, автомобілів та іншої сільськогосподарської техніки обладнано устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від тваринницьких ферм надходять до очисних споруд (відстійників), звідки, після певного часу зберігання, вивозять в поле.

6.3 Охорона повітря

Будь - які форми ведення сільського господарства вносили та вносять небажані зміни в атмосферне повітря. Найбільше атмосферне повітря забруднюють три основні види відходів:

- залишкова кількість добрив;
- гній та рідкі стоки тваринництва;
- забруднення повітря залишковою кількістю різних видів пестицидів, що мабуть становлять, найбільшу екологічну небезпеку.

Серйозним забруднювачем навколишнього середовища є сільськогосподарські тварини. При їх утриманні утворюється велика кількість відходів. Гній та стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери. Тому, щоб забезпечити екологічну чистоту атмосферного повітря, біля тваринницьких ферм і відгодівельних комплексів, для утилізації рідкого та підстилкового гною треба будувати гноєсховища, виділити територію, на яких можна зберігати і підготовляти гній до використання.

У господарстві проводиться також контроль за технічним станом двигунів тракторів.

6.4 Способи утилізації ПММ

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

Спалюючи велику кількість палива, сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення

повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів у господарстві проводиться контроль для своєчасного проведення технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів. Також потрібно слідкувати за справністю системи живлення двигуна, гідросистеми та її окремих агрегатів.

Під час роботи потрібно вибирати такі режими, які відповідають екологічній роботі машинно-тракторного агрегату. Особливо це стосується ділянок поля, що прилягають до лісонасаджень або польових доріг.

При експлуатації резервуарів господарство застосовує засоби, які зменшують витрати від випаровування.

Для зберігання нафтопродуктів в господарстві використовують стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що мало випаровуються, 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.

Висновки

Змодельовано небезпечні ситуації, що можуть виникнути під час керування автомобільними транспортними засобами та представлено заходи що до їхнього запобігання.

Проведений аналіз стану охорони довкілля, що дозволяє спроектувати систему заходів, методів прийому і принципів під час експлуатації автомобільного парку, спрямованих на захист ґрунтів, водойм та повітряного простору.

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

7.1 Експлуатаційні витрати за несправного давача селектора АКПП

Щоб підвищити ефективну роботу автомобільного двигуна, слід покращити економічні, екологічні і комфортні умови автомобіля.

Відповідно, нами прийнято рішення, що до встановлення постійних магнітів на паливні магістралі системи живлення ДВЗ.

Для отримання економічного ефекту досліджуваного двигуна з модернізованими паливними магістралями, скористаємось методикою [19].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за:

$$Z = Z_n + Z_{zm} + Z_{TO} + Z_{av} + Z_{ш} + Z_{zn} \quad (6.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

Z_{zm} – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{zm} = 1,3$ грн/км;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування;

Z_{av} – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,29$ грн/км;

Z_{zn} – витрати на заробітну плату водія, $Z_{zn} = 5,7$ грн.

Грошові витрати на придбання пального (для несправної і модернізованої систем живлення) визначаємо за відомою формулою

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

де, $C_n^{\bar{}}$ – вартість палива, $C_n^{\bar{}} = 29,00$ грн/л;

g – витрата палива (з несправним давачем), $g = 8,2$ л/100 км.

Тоді:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{29,00 \cdot 8,2}{100} = 2,38 \text{ грн./км}$$

Тоді, з модернізованим давачем:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g_{\text{пг}}}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива з модернізованим ДВП, $g_{п.п} = 6,9$ л/100 км.

Отже:

$$Z_n = \frac{29,00 \cdot 6,9}{100} = 2,00 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для дослідного автомобіля з модернізованою системою живлення є дещо нижчими, відносно з несправною.

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 несправною, $N_{тр} = 66,1$ грн./1000 км.

$$Z_{тр} = 66,1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,661 \text{ грн/км}$$

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, $Ц=90200$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B=0,21$;

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p= 30000$ км;

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

$$Z_{аморт.} = \frac{90200 \cdot 30000 \cdot 0,21}{10^5} + \frac{90200 \cdot 30000 \cdot 0,14}{10^5} = 5682 + 4041 = 9723,00 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для несправної системи

$$Z = 2,38 + 1,3 + 0,0661 + 0,21 + 0,29 + 5,7 = 9,95 \text{ грн/км;}$$

- з відновленою

$$Z = 2,00 + 1,3 + 0,0661 + 0,21 + 0,29 + 5,7 = 9,56 \text{ грн/км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть мати вигляд ($b=0,01$, коеф., що враховує термін експлуатації автомобіля з несправною системою):

- з модернізованою

$$Z_d = 9,56 \cdot 30000 \cdot 0,01 = 2868,00 \text{ грн./рік;}$$

- з несправною

$$Z_d = 9,95 \cdot 30000 \cdot 0,1 = 29850,00 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річні економічні витрати автомобіля будуть складати:

$$E = 29850 - 28680 = 1170,00 \text{ грн./рік}$$

Висновки

Під час експлуатації автомобіля «Шевроле-Лачетті», з неякісною роботою давача селектора АКПП, значно підвищується витрата палива. Її тимчасово можна зменшити, за рахунок незначної модернізації електричної контактної частини до 1.1 л/км, що за річний період експлуатації складе 1170,00 грн/ рік.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено авнвліз літературних джерел, стосовно модернізованих виконавчих механізмів приводу АКПП двигунів та визначено їхні вразливі сторони.

Нами пропонується частко модернізувати давач селектора автомат коробки, шляхом перемикання бігових доріжок контактних груп формування електричних вихідних сигналів до ЕБУ.

За проведеним розрахунком гідравлічної частини АКПП, визначено мінімально-оптимальний тиск в нагнітальній магістралі – 2.5 МПа, а робочий - 3....,4,5 МПа. Швидкість руху оливи складає близько – 3,5 м/с., діаметр магістралей у гідро блоці управління коробкою, повинен бути 4,5...5,5 мм.

Для відновлення роботи давача селектора перемикання режимів роботи АКПП, нами запропонована методика технологічних операцій, що дасть можливість у безпечному режимі руху автомобіля доїхати до місця призначення чи до найближчої СТО.

Визначено місце та представлено додатковий мідний електропровідник, що відновить подачу імпульсів до ЕБУ АКПП в режимі «DRIVE».

Змодельовано небезпечні ситуації, що можуть виникнути під час керування автомобільними транспортними засобами та представлено заходи що до їхнього запобігання. Проведений аналіз стану охорони довкілля, що дозволяє спроектувати систему заходів, методів прийому і принципів під час експлуатації автомобільного парку, спрямованих на захист ґрунтів, водойм та повітр'яного простору.

Під час експлуатації автомобіля «Шевроле-Лачетті», з неякісною роботою давача селектора АКПП, значно підвищується витрата палива. Її тимчасово можна зменшити, за рахунок незначної модернізації електричної контактної частини до 1.1 л/км, що за річний період експлуатації складе 1170,00 грн/ рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
2. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. / Москва: СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с. Грабовский А. А. канд. техн. наук, И.И. Артемов, д-р техн. наук Способ повышения экономических и экологических показателей поршневых двигателей / Двигатели внутреннего сгорания, 2012 С. 88-93.
3. Мазепа С.С., Куцик А.С. Электрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
4. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
5. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / К.: Арістей, 2006. 292 с.
6. Литвиненко В.В., Майструк А.П. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник. / Москва: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. 176 с.
7. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. / Львів: Видавництво НУЛП, 2006. 440 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
9. Halderman J.D. Automotive technology./ Boston: Prentice Hall, 2011. Electronic Book.
10. Чудаков Е.А. Пути повышения экономичности автомобиля / Труды Автомобильной лаборатории института машиноведения, вып. 12, с. 109 - 110.
11. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.

12. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.

13. 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.

14. Жолобов Л. А., Суворов Е. А. Аэродинамические исследования впускной системы бензинового двигателя. Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.

15. Трансмісія автомобіля [Електрон. ресурс]/Режим доступу: <http://systemsauto.ru/transmission/transmission>. 26.11.2021р.

16. Загальна будова трансмісії [Електрон. ресурс]/Режим доступу: <https://pro-sensys.com/info/articles/obzornye-stati/transmissiya> 10.10.2021р.