

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

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

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему: **«Підвищення безпеки експлуатації автопоїзда MAN TGX,
завдяки удосконаленню інформаційного датчика фіксації кабіни»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-42СП
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Назар Комендат

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 629.114.3

Комендат Н. А. Підвищення безпеки експлуатації автопоїзда MAN TGX, завдяки удосконаленню інформаційного датчика фіксації кабіни. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, 2025. 51 с.

Табл. 2; рис. 15; бібліограф. джерел 21.

Проаналізовано конструктивні особливості кабін сучасних вантажних автомобілів та визначено проблемне місце у конструкції електронного модуля фіксації кабіни.

Встановлено, що в електронній бортовій системі автопоїздів марки MAN, виникають проблеми, що пов'язані із нестабільною генерацією електричного сигналу від датчика фіксації кабіни.

Встановлено, що за несправної роботи датчика фіксації кабіни, блок може перейти у аварійний режим роботи, сприяючи збільшення годинній витраті палива – близько 32,3(28,44) л/100 км і питомій витраті палива – 175,2 (160,45) г/кВт год.

Розроблено та представлено операційну карту, на демонтаж і встановлення електронного датчика фіксації кабіни автопоїзда MAN TGX.

Не вчасно проведена діагностика та налагодження модуля блокування кабіни вантажного автомобіля MAN TGX, приведе до річних експлуатаційних витрат, на суму близько 60784,67 грн./рік.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1 Особливості конструкції автопоїзда MAN TGX.....	8
1.2 Особливості форми кабіни, залежно від вантажопідйомності автопоїзда.....	8
1.3 Вплив пневмопідвіски на особливості конструкції кабіни та органів управління автопоїзда	9
1.4 Особливості експлуатації вантажного автомобіля	9
1.4.1 Особливості електронної системи MAN Tronic	11
1.5 Різновиди кабін для автопоїздів MAN	11
1.6 Функції і обладнання кабіни автомобіля MAN TGX	12
1.7 Висновки.....	14
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	15
2.1 Оцінка експлуатаційних характеристик вантажного автомобіля	15
2.2 Розрахунок тягової і динамічної характеристики автомобіля	17
2.3 Висновки	26
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	27
3.1 Розміщення датчика у замку кабіни MAN	27
3.1.1 Принципова схема підключення датчика кабіни до бортового електронного блоку управління.....	27
3.2 Особливості датчика фіксації кабіни	29
3.2.1 Причини несправної роботи датчика фіксації кабіни MAN	30
3.3 Формування операційної карти на заміну електронного датчика блокування кабіни автопоїзда MAN TGX	31
3.4 Висновки	29

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	35
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій..	35
4.2 Пожежна безпека	37
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці .	40
4.4 Висновки.....	43
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	45
5.1 Експлуатаційні витрати	45
5.2 Висновки.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

Автомобільні електронні системи, об'єднує одна спільна особливість - вони керують процесами, що не є електричними за своєю природою, проте самі функціонують завдяки електронній автоматизації. Джерелами керуючих сигналів при цьому виступають: людина (водій), програмне забезпечення, (закладене в пам'ять електронного блоку), а також зовнішні неелектричні впливи.

Причини стрімкого розвитку автомобільної електроніки, можна умовно поділити на суб'єктивні та об'єктивні. До суб'єктивних чинників належать: поширення комп'ютерних технологій у суспільстві, прагнення надати автомобілю унікальні особливості, а також вимоги нормативно-правового характеру.

Широкий функціонал обчислювальної техніки та здатність її використання широкими верствами населення призвели до того, що в багатьох країнах, автомобілі без електроніки втратили конкурентоспроможність. Для споживача, такі транспортні засоби виглядають застарілими та такими, що не відповідають рівню сучасного технічного розвитку. У зв'язку з цим, впровадження електронних систем в автомобілях слід розглядати не як тимчасову тенденцію, а як сталий прояв науково-технічного прогресу.

Поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля досягається, застосуванням електронних систем, що мають такі функції: керування роботою двигуна, агрегатами автомобіля; відображення інформації водієві, пасажирам, пішоходам, водіям інших автомобілів; зберігання інформації; прийому інформації в автомобіль від зовнішніх дорожніх систем, які здійснюють інформаційне керування; передачі інформації з автомобіля.

У сучасних автомобілях, широко застосовуються текстові повідомлення та схематичні зображення. З огляду на високе навантаження на зорову увагу водія, в багатьох транспортних засобах передбачено акустичні

сигнали, які активуються (за необхідності). Крім того, все більшого поширення набувають голосові синтезатори, що відтворюють мовні попередження - зокрема, про відкриті двері, необхідність пристебнути пасок безпеки та багато інших можливостей.

Не зважаючи на значний прогрес у розвитку електронних систем керування автомобілями, вони є надзвичайно чутливими до вологи та бруду, особливо в умовах змінних температур навколишнього середовища.

Тому, **метою** нашої кваліфікаційної роботи, є підвищення експлуатаційної безпеки вантажного автомобіля, завдяки включенню у періодичність ТО автомобіля, електронного датчика фіксації кабіни та часткової модернізації його електромережі.

Для цього необхідно:

- Провести аналіз літературних джерел, що до конструктивних особливостей кабіни сучасних вантажних автомобілів та визначення ненадійних складових, що можуть впливати на їхню експлуатаційну безпеку.
- Провести розрахунок динамічної характеристики автомобіля, за частково некоректної роботи датчика фіксації кабіни.
- Розробити операційну карту на демонтаж і монтаж нового (чи відлагодженого) електронного датчика кабіни та відновлення роботи модуля блокування кабіни автомобіля.
- Провести оцінку економічних витрат автомобіля, за неякісно працюючого електронного датчика кабіни.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Особливості конструкції автопоїзда MAN TGX

Технологічність. Істотний об'єм інвестицій позначився на рівні технологій, що використовуються в автомобілях. Важкі вантажівки автомобільного сімейства TG-X, спеціально розроблялися для вантажних перевезень на дальні відстані. Ходовий і внутрішній комфорт водійських кабін Trucknology, помітно поліпшився в порівнянні з існуючими автомобілями старішого покоління.

Електронні системи управління гальмами і трансмісією встановлюють нові еталони в безпеці, а вибір двигунів від 310 до 460 л. з відповідних нормам по Euro 5, забезпечує екологічність експлуатації.

1.2 Особливості форми кабіни, залежно від вантажопідйомності автопоїзда

Своєю високою вантажопідйомністю, незвичайними якостями підвіски і новаторськими системами управління шасі TG-X встановлюють нові стандарти. Високоміцна і оптимізована по вазі рама, забезпечує сприятливе корисне навантаження.

За рахунок абсолютно горизонтальної площини рами і відповідної монтажної обробки, із мінімальними витратами на ній можуть встановлюватися будь-які типи кузовів. На сам перед, багатофункціональна передня частина рами, що виходить за межі основи, має місця кріплення: передніх опор кабіни, екстернового управління, передньої підвіски, системи охолодження, а також нижнього захисного бруса і бампера.

1.3 Вплив пневмопідвіски на особливості конструкції кабіни та органів управління автопоїзда

Нова передня вісь на пневмопідвісці Trucknology Generation, відрізняється суттєвою довжиною між центрами ресор у своєму класі. Пневмопідвіска і амортизатор, складають одне ціле - пневмоамортизаційну систему LDS. Результатом є, висока стабільність і безпека руху, навіть при високих центрах ваги кузова, а також комфортабельність підвіски екстра-класу.

Автомобілі MAN TGX з параболічною підвіскою, мають оптимізовані по вазі 2-х-листові ресори і збільшену відстань між амортизаторами, що сприяє кращій поперечній стабілізації.

Гальмівна система. Автомобілі TG-X при гальмуванні, використовують систему EBS. За цим позначенням, по замовчуванню, працює прихована електронна система, яка шляхом комплексного управління робочою гальмівною системою, ABS, ASR і гальмами-уповільнювачами, такими, як EVB і ретардер, досягає найбільш зменшеного гальмівного шляху. Дискові гальма на всіх осях, є стандартом усього нового конструктивного ряду. Встановлений механізм регулювання зусилля спрацювання системи, забезпечує оптимальну узгодженість між системою гальм тягача і причепа.

Гальма-уповільнювачі, вмикаються заздалегідь, при допомозі MAN Brake Matic через педаль робочої гальмівної системи. Заздалегідь вибрані темпоматом швидкості, підтримуються і при русі на схилах (за допомогою автоматичного регулювання гальм).

1.4 Особливості експлуатації вантажного автомобіля

Сервісні інтервали по 80 000 кілометрів і економічні двигуни складають основу низьких експлуатаційних витрат. Зниження витрат стає

можливим також, за рахунок електронної сумісної виносної системи діагностики MAN Tronic.

1.4.1 Особливості електронної системи MAN Tronic

Вона відповідає за ідеальне управління всіх функцій автомобіля. Одночасно MAN Tronic, має безліч інших можливостей підвищення економічності, надійності, комфорту і безпеки вантажного автомобіля. Конструктивні рішення, такі, як: компактна електронна система стиснутого повітря MAN ECAM, або постійна функція змазування підшипникового блоку, що встановлюється на всіх осях, Hub-Unit, який спрощує заміну гальмівних дисків вносять особливий внесок в економічність експлуатації автомобіля.

Також, слід зазначити, є багато незначних елементів, які роблять TG-A автомобілем, на який вартий уваги:

- вмонтований у кабінку і винесений вгору повітрозбірник, що забезпечує чистоту повітряної маси, що подається у салон автомобіля і систему живлення двигуна.
- підвіска двигуна на чотирьох опорах.
- наявність генератора з динамічною характеристикою зарядки та приводом з полівінілових пасів (що забезпечує більш тривалий термін експлуатації акумулятора).

1.5 Різновиди кабін для автопоїздів MAN

Програма Trucknology Generation TG-A, включає в себе п'ять комфортних моделей кабіни, для будь-якого застосування, створених щоб забезпечити експлуатаційникам автомобільних транспортних засобів, найкращі умови роботи.

На вершині гамми - кабіна XXL з високим дахом - саме велика кабіна в автопоїздів, що експлуатуються у Європі. Вона відповідає самим високим вимогам комфортабельності в управлінні автомобіля. Ця кабіна ідеальна для застосування в міжнародних перевезеннях, рис. 1.1.[14]

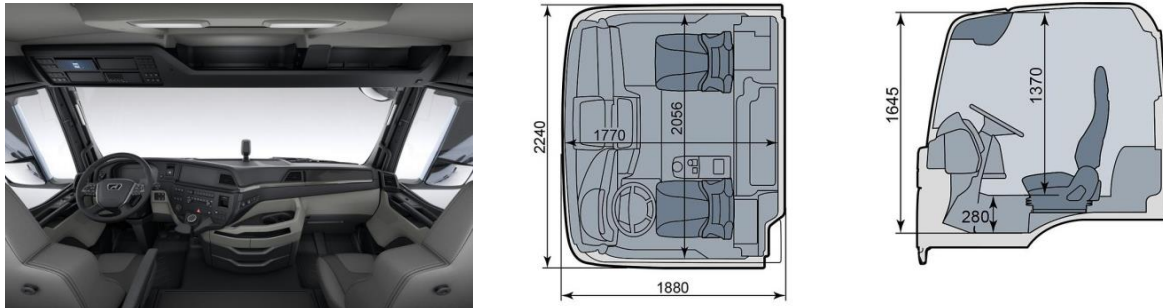


Рисунок 1.1 – Внутрішнє оснащення та габаритні розміри кабіни автопоїзда
MAN TGX

Її конструктивна висота і маса підходить передусім, для дальніх перевезень з одним водієм. Ряд кабін шириною 2240 мм представлений високою кабіною LX, що визначила новий стандарт в перевезеннях на дальні відстані (за рахунок синтезу комфорту і функціональності).

Кабіна L, призначена для транспортування легких вантажів на дальні відстані, перевезення деревини, будівельних матеріалів, сипучих матеріалів і нафтопродуктів, а також для рефрижераторних перевезень. Спальне відділення, обладнане по вищому класу: "королівські" сидіння. Дані місця відпочинку досить значних розмірів із запасом - нижні полиці, мають довжину 2200 мм і ширину 790 мм. Верхня полиця у кабіні XXL має розміри 2125 x 705 мм - що на 30% більше, відносно старих випусків.

Для забезпечення більш комфортного відпочинку, кабіна TGX, забезпечена круговою і поперечною занавісками з світлонепроникного матеріалу (для затемнення салону і забезпечення захисту від сторонніх поглядів).

1.6 Функції і обладнання кабіни автомобіля MAN TGX

Для TGX, інженерами MAN, була розроблена власна нова електроніки MAN Tronic [3]-[8]. Вона регулює, контролює і управляє всіма функціями автомобіля. За допомогою інформаційного дисплея, водій завжди контролює роботу всіх систем і механізмів транспортного засобу. Нові системи, пов'язані між собою за допомогою об'єднаної системної шини CAN, при використанні невеликої кількості проводів і приладів управління. Цей цифровий інформаційний канал, робить можливим застосування мультимплексної техніки. Всі підключені до нього блоки, обмінюються в об'єднаній системі даних своїми параметрами, що вимірюються, які потім із високою швидкістю обробляються.

Бортовий комп'ютер автомобіля (FFR), приймає всю специфічну для автомобіля інформацію, від різних керуючих приладів, у тому числі і від трансмісії.

Інтегровані у основний блок системи управління, такі, як: регулювання коробки змінних передач, двигуна, гальмівна система EBS, система управління гальмами MAN BrakeMatik і інші інтерфейси, служать для управління системи постачання стислим повітрям MAN ECAM, систем ECAS і EFR [14]-[18].

Центральний бортовий комп'ютер (ZBR), контролює безліч параметрів, такі як: рівні заповнення, температурні значення, бортову напругу і багато що інше. Одночасно, він управляє системами кабіни (освітленням, регулюванням кондиціонера або зарядним напруженням). За рахунок своїх численних перевірок ZBR, забезпечує високу надійність функцій системи.

Розширена бортова самодіагностика, надає водію всю необхідну інформацію (для прикладу - рівень заповнення моторного оливи).

Для зовнішньої діагностики, існує пристрій запам'ятовування несправностей, які швидко аналізуються сервісною системою MAN Cats II.

Коробка передач MAN ComfortShift, з системою гідростатичного перемикання HGS, простим Н - образним перемиканням, і перемиканням без необхідності натискання на педаль зчеплення, робить процес управління автомобілем особливо комфортним, рис.1.2 [1]-[3].



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд автопоїзда MAN TGX (Comfort Shift)

Тобто, переміщувати важіль вручну. Перемикання відбувається автоматично, і при абсолютно оптимальному вибраному крутому моменті.

За бажанням, можна вибрати напівавтоматичний режим (при виборі передач вручну, за допомогою додаткового важеля). Економічність автоматичного режиму, веде до зниження середньої витрати палива, і крім цього, до енергоощадного режиму експлуатації важеля перемикання передач. Обидва вказаних режими перемикання, є очевидними перевагами в питаннях економічності перевезень.

Аналізуючи всі дії водія (у кабіні автопоїзда MAN TGX), що описані у вище зазначеній технічній літературі, суттєвим негативним моментом, з яким часто стикаються експлуатаційники (особливо в умовах понижених чи надто підвищених температур) – це поява на дисплеї панелі приладів «Check», рис.1.3 (несправність датчика фіксації кабіни).



Рисунок 1.3 – Покази дисплея несправної роботи датчика фіксації кабіни автопоїзда MAN TGX.

Саме, і даній проблемі, буде присвячена наша кваліфікаційна робота.

1.7 Висновки

Аналіз електронних систем вантажних автомобілів показав, що з плином часу та за умов тривалої експлуатації, вони можуть втрачати свою працездатність. Для швидкої та точної діагностики таких несправностей, необхідно використовувати спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення.

Проаналізовано конструктивні особливості кабін сучасних вантажних автомобілів та визначено проблемне місце у конструкції електронного фіксуючого замка кабін.

Встановлено, що в електронній бортові системі автопоїздів марки MAN, виникають проблеми, що пов'язані із нестабільною генерацією електричного сигналу від датчика фіксації кабін. Це, у свою чергу, може спричинити небезпечні умови експлуатації або повну зупинку транспортного засобу.

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Оцінка експлуатаційних характеристик вантажного автомобіля

Потужність двигуна N_{eV} , має забезпечувати можливість руху автомобіля з максимальною заданою швидкістю $V_{\max}$ при повному завантаженні. Необхідна для руху в заданих умовах, потужність N_{eV} (кВт) визначається як:

$$N_{eV} = \frac{\left[\psi_V m_{a \max} g + k_{\omega} F \left(\frac{V_{\max}}{3,6} \right)^2 \right] V_{\max}}{3,6 \cdot 10^3 \eta_{mp}}, \quad (2.1)$$

де ψ_V – коеф. зведеного опору дороги;

$m_{a \max}$ – прийнята повна маса автомобіля, кг;

k_{ω} , F – коеф. опору повітря ($\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$) і лобова площа автомобіля (м^2);

$V_{\max}$ – максимальна ш-сть руху, км/год;

η_{mp} – механічний к.к.д. трансмісії, для автомобілів – 0,9.

$$N_{eV} = \frac{\left[0,0212 \cdot 14286 \cdot 9,81 + 0,63 \cdot 7,1 \cdot \left(\frac{100}{3,6} \right)^2 \right] 100}{3,6 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 198,22 \text{ кВт.}$$

Максимальна потужність N_{en} (кВт) бензинового двигуна автомобіля:

$$N_{e \max} = k_{NV} N_{eV}, \quad (2.2)$$

де k_{NV} – коеф. резервування потужності, (знаходиться у межах від 1,0 до 1,1).

$$N_{en} = 1,05 \cdot 198,22 = 208,14 \text{ кВт.}$$

Приймаємо потужність 209 кВт.

2.2 Розрахунок зовнішньої швидкісної характеристики автомобіля

Динамічні та економічні властивості автомобільних двигунів за різних умов експлуатації, характеризуються їх параметрами, зокрема швидкісними характеристиками, які входять до основного переліку технічних показників. За сталої подачі палива, ці характеристики показують залежність таких параметрів, як ефективна потужність N_e , крутний момент M_d , годинна витрата палива G_T і питома ефективна витрата g_e , від частоти обертання колінчастого валу двигуна n_d .

Характеристика, отримана при максимальній подачі палива, називається зовнішньою швидкісною характеристикою — вона відображає максимальні значення потужності, що може розвивати двигун на різних обертах колінчастого валу. Параметри зовнішньої швидкісної характеристики, визначаються відповідно до поточних швидкісних режимів роботи двигуна, тобто заданих значень частоти обертання колінчастого валу n_{di} (об/хв).

Індекс i частоти обертання n_d набуває, занесено у табл. 2.1, значень $i = 1, 2, 3, \dots, 7$, кожному з яких відповідає певне відношення $\frac{n_{di}}{n_{dN}}$.

Таблиця 2.1 - Показники зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

Швидкісний режим		n_{di} , об/хв	N_{ei} , кВт	M_{di} , Н·м	G_{mi} , кг/год	g_{ei} , г/кВт·год
i	$\frac{n_{di}}{n_{dN}}$, (%)					
1	0,20 (20)	1820	155,08	814,10	31,63	203,98
2	0,40 (40)	1040	78,58	721,89	28,56	160,45
3	0,50 (50)	1560	130,42	798,75	26,20	187,9
4	0,60 (60)	1950	166,57	816,12	32,44	155,75
5	0,80 (80)	2080	177,23	814,08	34,52	155,75
6	1,0 (100)	2600	209	768,01	42,85	205
7	1,20 (120)	2860	0,0	0,0	10,71	

2.2 Розрахунок тягової і динамічної характеристики автомобіля

Тягово-швидкісні властивості автомобіля, з урахуванням характеристик двигуна та умов зчеплення ведучих коліс з дорогою, визначають допустимі діапазони швидкості руху та здатність автомобіля до розгону в різноманітних дорожніх умовах.

Динамічна характеристика описується як залежність динамічного фактора D від швидкості руху V (на всіх передачах, для автомобіля з фіксованою експлуатаційною масою m_a).

Параметри тягової та динамічної характеристик (див. табл. 2.1) автомобіля на кожній передачі та при різних швидкісних режимах роботи бензинового двигуна, розраховуються на основі даних зовнішньої швидкісної характеристики.

Позначення передачі приймається як $z' = 1, 2, 3, \dots, z$, де z — загальна кількість передач.

Розрахунок виконується в межах семи режимів частоти обертання колінчастого валу двигуна, що мають індекси $i = 1, 2, 3, \dots, 7$.

Відповідно до зовнішньої швидкісної характеристики бензинового двигуна, визначаються поточні значення швидкості руху $V_{z'i}$ (км/год) автомобіля на кожній передачі z' .

$$V_{z'i} = 0,377 \frac{n_{\partial i} r_k}{i_{kz'} i_0}, \quad (2.3)$$

де $n_{\partial i}$ — поточні значення частоти обертання колінчастого валу, об/хв;

r_k — динамічний радіус коліс (м), прийнятий за передатного числа i_0 головної передачі;

$i_{kz'}$ — передатне число КП на передачі з індексом $z' = 1, 2, 3, \dots, z$.

1 - передача:

$$V_{11} = 0.377 \frac{1820 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 7,1 \text{ км/год};$$

$$V_{12} = 0.377 \frac{1040 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 4,1 \text{ км/год};$$

$$V_{13} = 0.377 \frac{1560 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 6,1 \text{ км/год};$$

$$V_{14} = 0.377 \frac{1950 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 7,6 \text{ км/год};$$

$$V_{15} = 0.377 \frac{2080 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 8,2 \text{ км/год};$$

$$V_{16} = 0.377 \frac{2600 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 10,2 \text{ км/год};$$

$$V_{17} = 0.377 \frac{2860 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 4,90} = 11,2 \text{ км/год}.$$

2 - передача:

$$V_{21} = 0.377 \frac{1820 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 12,6 \text{ км/год};$$

$$V_{22} = 0.377 \frac{1040 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 7,2 \text{ км/год};$$

$$V_{23} = 0.377 \frac{1560 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 10,8 \text{ км/год};$$

$$V_{24} = 0.377 \frac{1950 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 13,5 \text{ км/год};$$

$$V_{25} = 0.377 \frac{2080 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 14,4 \text{ км/год};$$

$$V_{26} = 0.377 \frac{2600 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 18,0 \text{ км/год};$$

$$V_{27} = 0.377 \frac{2860 \cdot 0,5}{5,54 \cdot 4,90} = 19,8 \text{ км/год}.$$

Сила тяги $P_{\kappa z'i}$ (Н) автомобіля визначиться:

$$P_{\kappa z'i} = \frac{M_{\partial i} i_{\kappa z'} i_0 \eta_{mp}}{r_{\kappa}}, \quad (2.4)$$

де $M_{\partial i}$ – поточні значення крутного моменту, Н·м;

η_{mp} – механічний к.к.д. трансмісії, прийнятий під час визначення потужності.

1 - передача:

$$P_{\kappa 11} = \frac{814,10 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 70439 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 12} = \frac{721,89 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 62461 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 13} = \frac{798,75 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 69111 \text{ Н};$$

Таблиця 2.2 - Значення тягової і динамічної характеристик автомобіля

Передача z	Швидк. режим		$n_{\partial i}$, об/хв	$M_{\partial i}$, Н·м	$V_{z'i}$, км/год	$P_{\kappa z'i}$, Н	$P_{\omega z'i}$, Н	$D_{(a0)z'i}$	$D_{(a \max)z'i}$
	i	$\frac{n_{\partial i}}{n_{\partial N}}$, %							
1	1	20	1820	814,10	7,1	70439	18	1,017	0,502
	2	40	1040	721,89	4,1	62461	6	0,902	0,446
	3	50	1560	798,75	6,1	69111	13	0,998	0,493
	4	60	1950	816,12	7,6	70614	20	1,019	0,504
	5	80	2080	814,08	8,2	70437	23	1,017	0,502
	6	100	2600	768,01	10,2	66451	36	0,959	0,474
	7	120	2860	0,0	11,2				
2	1	20	1820	814,10	12,6	39801	55	0,574	0,284
	2	40	1040	721,89	7,2	35293	18	0,509	0,252
	3	50	1560	798,75	10,8	39051	40	0,563	0,278
	4	60	1950	816,12	13,5	39900	63	0,575	0,284
	5	80	2080	814,08	14,4	39800	72	0,574	0,283
	6	100	2600	768,01	18,0	37548	112	0,540	0,267
	7	120	2860	0,0	19,8				
3	1	20	1820	814,10	22,4	22489	172	0,322	0,159
	2	40	1040	721,89	12,8	19942	56	0,287	0,142
	3	50	1560	798,75	19,2	22066	127	0,317	0,157
	4	60	1950	816,12	24,0	22545	198	0,323	0,159
	5	80	2080	814,08	25,5	22489	225	0,321	0,159
	6	100	2600	768,01	31,9	21216	352	0,301	0,149
	7	120	2860	0,0	35,1				
4	1	20	1820	814,10	39,6	12708	540	0,176	0,087
	2	40	1040	721,89	22,6	11268	176	0,160	0,079
	3	50	1560	798,75	33,9	12468	397	0,174	0,086
	4	60	1950	816,12	42,4	12739	620	0,175	0,086
	5	80	2080	814,08	45,2	12707	706	0,173	0,086
	6	100	2600	768,01	56,5	11988	1102	0,157	0,078
	7	120	2860	0,0	62,2				
5	1	20	1820	814,10	70,0	7180	1692	0,079	0,039
	2	40	1040	721,89	40,0	6367	552	0,084	0,041
	3	50	1560	798,75	60,0	7045	1243	0,084	0,041
	4	60	1950	816,12	75,0	7198	1942	0,076	0,038
	5	80	2080	814,08	80,0	7180	2210	0,072	0,035
	6	100	2600	768,01	100,0	6774	3453	0,048	0,024
	7	120	2860	0,0	110,0				

$$P_{\kappa 154} = \frac{816,12 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 70614 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 15} = \frac{814,08 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 70437 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 16} = \frac{768,01 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 66451 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 17} = \frac{0,0 \cdot 9,81 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = \text{Н};$$

2 - передача:

$$P_{\kappa 21} = \frac{814,10 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 39801 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 22} = \frac{721,89 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 35293 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 23} = \frac{798,75 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 39051 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 24} = \frac{816,12 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 39900 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 25} = \frac{814,08 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 39800 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 26} = \frac{768,01 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = 37548 \text{ Н};$$

$$P_{\kappa 27} = \frac{0,0 \cdot 5,54 \cdot 4,90 \cdot 0,9}{0,5} = \text{Н}.$$

Знаходимо дотичні сили тяги на інших передачах (з несправним датчиком фіксації кабіни), $P_{\kappa z'i}$ і заносимо у табл. 2.2.

Сила опору повітря $P_{\omega z'i}$ (Н) визначиться, як:

$$P_{\omega z'i} = k_{\omega} F \left(\frac{V_{z'i}}{3,6} \right)^2, \quad (2.5)$$

де k_{ω} – коеф. опору повітря, $k_{\omega} = 0,63$;

F – лобова площа кабіни, $F = 7,1 \text{ м}^2$;

$V_{z'i}$ – швидкість руху автомобіля, км/год.

1 - передача:

$$P_{\omega 11} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{7,1}{3,6} \right)^2 = 18 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 12} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{4,1}{3,6} \right)^2 = 6 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 13} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{6,1}{3,6} \right)^2 = 13 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 14} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{7,6}{3,6} \right)^2 = 20 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 15} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{8,2}{3,6} \right)^2 = 23 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 16} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{10,2}{3,6} \right)^2 = 36 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 17} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{11,2}{3,6} \right)^2 = \text{Н}.$$

2 - передача:

$$P_{\omega 21} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{12,6}{3,6} \right)^2 = 55 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 22} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{7,2}{3,6} \right)^2 = 18 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 23} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{10,8}{3,6} \right)^2 = 40 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 24} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{13,5}{3,6} \right)^2 = 63 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 25} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{14,4}{3,6} \right)^2 = 72 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 26} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{18,0}{3,6} \right)^2 = 112 \text{ Н};$$

$$P_{\omega 27} = 0,63 \cdot 7,1 \left(\frac{19,8}{3,6} \right)^2 = \text{Н}.$$

Розраховану силу опору повітря $P_{\omega z'i}$ заносимо у табл. 2.2.

Сила зведеного опору дороги P_{ψ} (Н) визначиться:

$$P_{\psi} = \psi m_{a \max} g, \quad (2.6)$$

де ψ – коеф. зведеного опору дороги, приймаємо рівним коефіцієнту $\psi_V = 0,0212$;

$m_{a \max}$ – повна маса автомобіля, $m_{a \max} = 14286 \text{ кг}$;

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$.

$$P_{\psi} = 0,0212 \cdot 14286 \cdot 9,81 = 2971 \text{ Н}$$

Загальна сила опору руху $\sum P_{on.az'i}$ (Н) автомобіля:

$$P_{on.az'i} = P_{\psi} + P_{\omega z'i}. \quad (2.7)$$

Сумарна сила опору руху $\sum P_{on.az'i}$ (Н) автомобіля на найвищій передачі буде рівна:

$$\sum P_{on.a.51} = 2971 + 1692 = 4663 \text{ Н};$$

$$\sum P_{on.a.52} = 2971 + 552 = 3523 \text{ Н};$$

$$\sum P_{on.a.53} = 2971 + 1243 = 4214 \text{ Н};$$

$$\sum P_{on.a.54} = 2971 + 1942 = 4913 \text{ Н};$$

$$\sum P_{on.a.55} = 2971 + 2210 = 5181 \text{ Н};$$

$$\sum P_{on.a.56} = 2971 + 3453 = 6424 \text{ Н};$$

На 7 – му швидкісному режимі (за частоти обертання колінчастого валу $n_{07} = 2860$ об/хв, рух автомобіля - не можливий так, як дотична сила тяги ведучих коліс $P_{\kappa} = H$, тобто менша від загальної сили опору руху автомобіля $\sum P_{on.a} = H$).

Динамічний фактор, являється безрозмірним показником (який характеризує запас сили тяги, на подолання опору руху автомобіля). Він не враховує сили опору повітря, а припадає цей запас на 1 - цю сили тяжіння автомобіля.

Динамічний фактор $D_{(a0)z'i}$ (без вантажу) визначиться, як:

$$D_{(a0)z'i} = \frac{P_{\kappa z'i} - P_{\omega z'i}}{m_{a0} g} = \frac{P_{\kappa z'i} - P_{\omega z'i}}{G_{a0}}, \quad (2.8)$$

де $P_{\kappa z'i}$, $P_{\omega z'i}$ – розраховані динамічні значення дотичної сили тяги та сили опору повітря, Н;

m_{a0} – власна маса автомобіля, приймаємо $m_{a0} = 7061$ кг .

G_{a0} – сила тяжіння автомобіля, Н.

1- ша передача:

$$D_{0-11} = \frac{P_{\kappa 11} - P_{\omega 11}}{m_{a0} g} = \frac{70439-18}{7061 \cdot 9,81} = 1,017$$

$$D_{0-12} = \frac{P_{\kappa 12} - P_{\omega 12}}{G_{a0}} = \frac{62461-6}{69268} = 0,902;$$

$$D_{0-13} = \frac{P_{\kappa 13} - P_{\omega 13}}{G_{a0}} = \frac{69111-13}{69268} = 0,998;$$

$$D_{0-14} = \frac{P_{\kappa 14} - P_{\omega 14}}{G_{a0}} = \frac{70614-20}{69268} = 1,019;$$

$$D_{0-15} = \frac{P_{\kappa 15} - P_{\omega 15}}{G_{a0}} = \frac{70437-23}{69268} = 1,017;$$

$$D_{0-16} = \frac{P_{\kappa 16} - P_{\omega 16}}{G_{a0}} = \frac{66451-36}{69268} = 0,959;$$

$$D_{0-17} = \frac{P_{\kappa 17} - P_{\omega 17}}{G_{a0}} = \frac{-}{69268} = .$$

2 -га передача:

$$D_{0-21} = \frac{P_{\kappa 21} - P_{\omega 21}}{G_{a0}} = \frac{39801-55}{7061 \cdot 9,81} = 0,574;$$

$$D_{0-22} = \frac{P_{\kappa 22} - P_{\omega 22}}{G_{a0}} = \frac{35293-18}{69268} = 0,509;$$

$$D_{0-23} = \frac{P_{\kappa 23} - P_{\omega 23}}{G_{a0}} = \frac{39051-40}{69268} = 0,563;$$

$$D_{0-24} = \frac{P_{\kappa 24} - P_{\omega 24}}{G_{a0}} = \frac{39900-63}{69268} = 0,575;$$

$$D_{0-25} = \frac{P_{\kappa 25} - P_{\omega 25}}{G_{a0}} = \frac{39800-72}{69268} = 0,574;$$

$$D_{0-26} = \frac{P_{\kappa 26} - P_{\omega 26}}{G_{a0}} = \frac{37548-112}{69268} = 0,540;$$

$$D_{0-27} = \frac{P_{\kappa 27} - P_{\omega 27}}{G_{a0}} = \frac{-}{69268} = .$$

Підставивши значення для кожної передачі (за різних швидкісних режимів), результати заносимо у табл. 2.2

Динамічний фактор $D_{(a \max)z'i}$ (для завантаженого автомобіля):

$$D_{(a \max)z'i} = D_{(a0)z'i} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}}. \quad (2.9)$$

1 - ша передача:

$$D_{a-11} = D_{0-11} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 1,017 \frac{7061}{14286} = 0,502;$$

$$D_{a-12} = D_{0-12} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,902 \frac{7061}{14286} = 0,446;$$

$$D_{a-13} = D_{0-13} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,998 \frac{7061}{14286} = 0,493;$$

$$D_{a-14} = D_{0-14} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 1,019 \frac{7061}{14286} = 0,504;$$

$$D_{a-15} = D_{0-15} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 1,017 \frac{7061}{14286} = 0,502;$$

$$D_{a-16} = D_{0-16} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,959 \frac{7061}{14286} = 0,474;$$

$$D_{a-17} = D_{0-17} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = \frac{7061}{14286} = .$$

2 - га передача:

$$D_{a-21} = D_{0-21} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,574 \frac{7061}{14286} = 0,284;$$

$$D_{a-22} = D_{0-22} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,509 \frac{7061}{14286} = 0,252;$$

$$D_{a-23} = D_{0-23} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,563 \frac{7061}{14286} = 0,278;$$

$$D_{a-24} = D_{0-24} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,575 \frac{7061}{14286} = 0,284;$$

$$D_{a-25} = D_{0-25} \frac{m_{a0}}{m_{a \max}} = 0,574 \frac{7061}{14286} = 0,283;$$

$$D_{a-26} = D_{0-26} \frac{m_{a0}}{m_{a\max}} = 0,540 \frac{7061}{14286} = 0,267;$$

$$D_{a-27} = D_{0-27} \frac{m_{a0}}{m_{a\max}} = \frac{7061}{14286} = 0...$$

Розраховані значення динамічного фактора $D_{(a0)z'i}$ та $D_{(a\max)z'i}$ заносимо у табл. 2.2.

Динамічним фактором за зчепленням D_ϕ ведучих коліс автомобіля з дорогою, являється максимальним значенням динамічного фактору,

За незначних швидкостей руху автомобіля (сила опору повітря нехтується), значення D_ϕ може визначатися:

$$D_\phi = \phi \lambda_\kappa = 0,7 \cdot 0,72 = 0,504, \quad (2.10)$$

де ϕ, λ_κ – коеф. зчеплення і навантаження ведучих коліс автомобіля, за розрахованого передатного числа $i_{\kappa 1}$ КП.

Відповідно, з отриманих експлуатаційних характеристик вантажного автомобіля, що занесені у табл. 2.1, побудовано порівняльні графіки залежностей впливу швидкості руху автомобіля $V_{z'i}$ на питому і годинну витрату палива (у випадку справного і коли на табло приладів, з'являється «Check», про несправну роботу фіксації кабіни), рис.2.1.

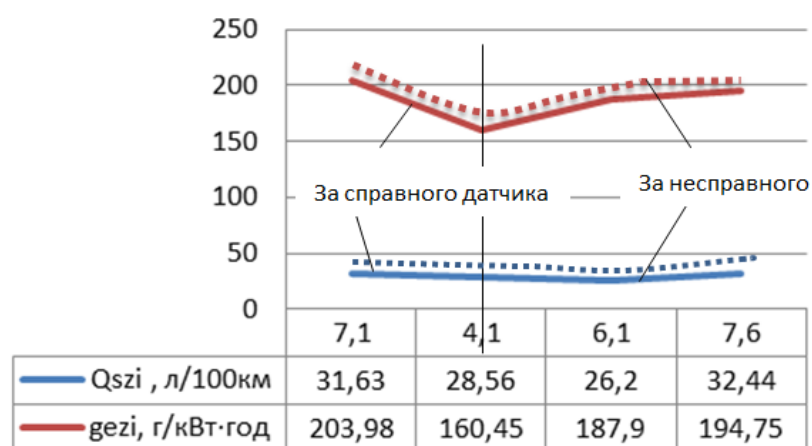


Рисунок 2.1 – Порівняльні графіки зовнішньої характеристики вантажного автомобіля

(зі справним і несправним датчиком фіксації кабіни)

Аналізуючи вище зазначені графіки, цілком можна стверджувати, що за несправного датчика кабіни, електронний блок управління переходить у аварійний режим роботи, сприяючи збільшеній годинній витраті палива – близько 32,3(28,44) л/100 км. і питомій витраті палива – 175,2 (160,45) г/кВт год.

2.3 Висновки

Встановлено, що за несправної роботи датчика фіксації кабіни, блок може перейти у аварійний режим роботи, сприяючи збільшеній годинній витраті палива – близько 32,3(28,44) л/100 км і питомій витраті палива – 175,2 (160,45) г/кВт год.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розміщення датчика у замку кабіни MAN

Датчик (позначено як «датчик замка кабіни») зазвичай інтегрований у замок кабіни — всередині корпусу механізму замка, поруч з гідравлічним кріпленням і шарніром, рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Розміщення датчика фіксації кабіни вантажного автомобіля MAN TGX.

При закритті кабіни запірний важіль приводить у дію контактну частину датчика, сигналізуючи БСК (бортовому комп'ютеру) про те, що кабіна зафіксована.

Коли кабіна піднята (для проведення техобслуговування), важіль зміщується і датчик розмикає контакт — система це фіксує.

3.1.1 Принципова схема підключення датчика кабіни до бортового електронного блоку управління

Під час проведення ТО автомобіля, замок кабіни, фіксує положення важеля блокувального механічного замка. У середині електронного модуля замка, знаходиться геркон/кінцевик: замкнений при закритій кабіні, розімкнений при відкритій.

Через роз'єм X_1 , датчик підключений до центрального блоку ZBR/A302.

При невідповідності сигналу (розімкнений контакт), система генерує помилку “кабіна відкрита”.

Для перевірки технічного стану: маховиком або вручну необхідно зімітувати замкнене та розімкнене положення. При замкненому положенні, повинен з'явитися змінний сигнал (0→1 або навпаки), що підтверджує стан, рис. 3.2.



A 302 – центральний бортовий комп'ютер;

A 447 – комплект приладів;

G101 – батарея 2;

H149 – сигналізатор блокування кабіни водія;

S198 – вмикач блокування кабіни справа;

S199 - вмикач блокування кабіни зліва;

X1544 – електричне з'єднання(Рама III);

X1557 - електричне з'єднання (Рама зліва)

Рисунок 3.2 – Електрична схема під'єднання датчика фіксації кабіни(через CAN шину).

3.2 Особливості датчика фіксації кабіни

Це кінцевий вимикач або геконовий датчик, який визначає положення кабіни:

- Кабіна закрита/зафіксована — датчик дає сигнал “ОК”.
- Кабіна піднята/не зафіксована — дає сигнал про небезпеку (може заблокувати запуск двигуна або видавати помилку на панелі).

Типові симптоми несправності:

- Не запускається двигун. Система вважає, що кабіна не закрита;
- Помилка на панелі «Cab open». Датчик несправний або відбулося часткове зсування контактного п'ятачка відносно фіксуючої щочки замка.
- Кабіна зафіксована, але помилка присутня помилка на панелі приладів. Обрив/окислення електропровідників або контактів.
- Інтервальна помилка (зникає і з'являється). Погане з'єднання або зношення механізму

Перевірка електро-технічного стану датчика фіксації кабіни:

- Візуально: перевірити цілісність електропровідника та правильне положення датчика.
- Мультиметром: виміряти опір — при закритій кабіні, при цьому стані, електричне коло замкнене (опір електромережі повинен становити (0 Ом або <1 Ом).
- Сканером (наприклад, MAN-cats(sad) зчитати помилку та перевірити стан в реальному часі. Оригінальний номер датчика (для прикладу 81.25935.0064, 81.25935.0065 (слід уточнити по VIN). Аналоги: Bosch, Hella, DT Spare Parts.

Для надійної роботи модуля фіксації кабіни, необхідно:

- Залити роз'єм силіконовим герметиком (проти води/корозії);

- Прокласти електропровідники в гофротрубу або здійснити заміну на силіконові.
- Раз на 6 місяців, перевіряти стан датчика (контакти та цілісність електропроводників).
- Вписати перевірку в план техобслуговування, разом із ТО гідравліки підйому кабіни.
 - Номінальна напруга електромережі живлення до 90 В;
 - Потужність мережі до 5 Вт;
 - Кумулятивна сила струму електромережі датчика – 0,5 А.

3.2.1 Причини несправної роботи датчика фіксації кабіни MAN

Причинами несправної роботи датчика відкриття кабіни вантажного автомобіля MAN, є наступними:

- Механічне пошкодження.
- Часте піднімання/опускання кабіни.
- Вібрації під час руху.
- Удар або неправильне встановлення після ремонту.
- Попадання вологи та бруду.
- Недостатній рівень герметизації корпусу або роз'єму.
- Волога викликає коротке замикання або корозію контактів.
- Окислення або обрив контактів.
- Через старіння або неякісне з'єднання. Особливо в місцях, де дроти згинаються.
- Зміщення або розмагнічування магніту. У геконових системах, магніт може зміститися або ослабнути — датчик його не «бачить».

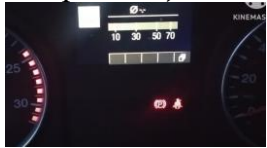
3.3 Формування операційної карти на заміну електронного датчика блокування кабіни автопоїзда MAN TGX

Слід зауважити, що у вантажних автомобілях MAN, заміна електронного датчика блокування кабіни, залежить від моделі кузова та доступу до самого датчика. У більшості випадків, час заміни займає від 20 до 60 хв. (в умовах майстерні).

Таблиця 3.1 – Операційна складова на проведення діагностичних робіт у електронній системі запалювання

№ операції	Вид операцій	Складові елементи	Обладнання для проведення операцій	Час проведення операцій, хв.
1	2	3	4	5
1	Підготовка кабіни 	Кабіна	Вручну	До 10
2	Підняти кабіну, що забезпечить доступ до клапана 	Розблок. замок	Важіль капоту	До 2
3	Вимкнути джерело електричного живлення АКБ 	6Ст240 (1800А г)	Клеми	До 2
4	Демонтаж старого датчика 	Датчик фіксації кабіни	Вручну	До 10

Продовження таблиці 3.1				
1	2	3	4	5
5	Від'єднати електричні контакти датчика 	Клеми	Вручну	До 5
6	Демонтувати елементи механізму підйому кабіни. 	Роз'єми гідросистеми та болти	Ключ на 19 мм	До 10
7	Демонтувати старий датчик із монтажного кріплення 	Старий датчик	Вручну	До 5
8	Установка нового датчика у відповідне кріплення 	Датчик	Вручну	До 10
9	Під'єднати електричні контакти до нового датчика 	Електропровідники	Вручну	До 2
10	Перевірити правильність установки та фіксацію датчика 	Блокувальний модуль	Візуальний огляд, прощупування рухомих частин	До 5

Продовжити таблицю 3.1				
1	2	3	4	5
11	Протестувати систему на наявність сигналу від датчика 	Дисплей на панелі приладів	Наявність помилки	До 2
12	Перевірити коректну роботу датчика (відсутність індикатор на панелі приладів) 	Дисплей панелі приладів	Наявність помилки	До 2
13	Долити оливу у гідро підіймач 	Гідросистема	Олива ATF	До 5
13	Перевірити функціональність механізму підйому кабіни (на предмет правильного блокування та відкриття). 	Блокувальний механізм	Вручну і візуально	До 5
Загальна тривалість операцій				74хв.

Розроблена операційна карта, є хорошим інформаційним джерелом для обслуговуючого персоналу СТО вантажних автомобілів.

За використання даної карти, працівники станції, легко орієнтуються у проведенні процесу демонтажу і встановлення електронного датчика фіксації кабіни автопоїзда, так, як він суттєво впливає на безпеку управління автомобілем.

Відповідно (табл. 3.1), нами представлена спрощена схема проведення

операцій із діагностики та демонтажу і монтажу датчика блокування кабіни автомобіля MAN TGX, рис. 3.3.

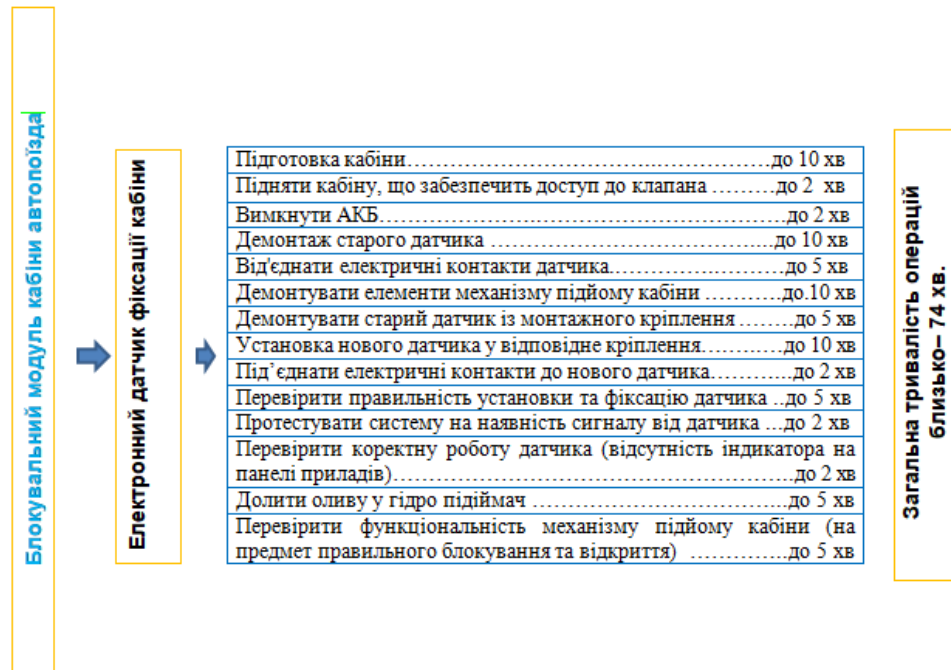


Рисунок 3.3 –Операційна карта на демонтаж і монтаж датчика фіксації кабіни автопоїзда.

Запропонований формат операційної карти, суттєво обмежить час, який необхідний для проведення діагностики та демонтажу і монтажу нового датчика блокування кабіни вантажного автомобіля.

3.4 Висновки

Для підвищення безпеки експлуатації вантажних автомобілів (автопоїздів), суттєво слід звернути увагу на електротехнічний стан системи блокування підйому кабіни (електронний датчик блокування) та включити його у перелік робіт по запланованому ТО, після 60000 км пробігу.

Розроблено та представлено операційну карту, на демонтаж і встановлення електронного датчика блокування кабіни автопоїзда MAN TGX.

4. 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.

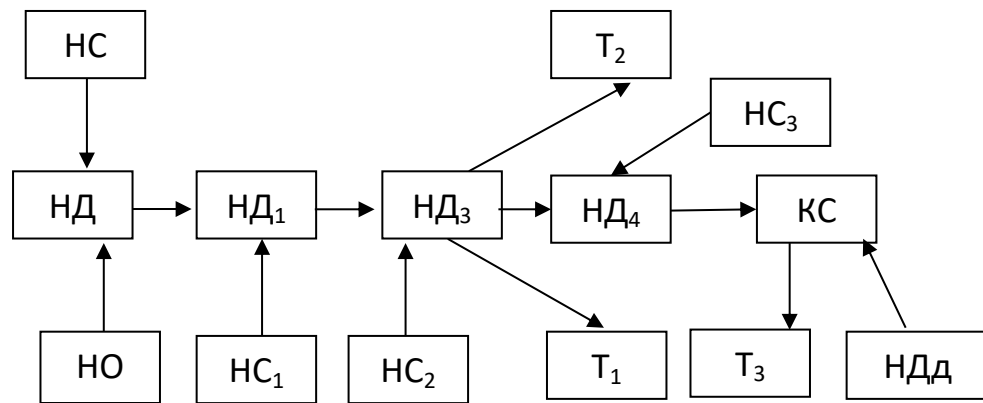
Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів 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 небезпеки 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 діагностики системи блокування кабіни вантажного автомобіля, рис, 4.1.



НД – відкриття кабіни; НС – можливе падіння кабіни під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – демонтаж електропроводників; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; НД₃ – розгвинчування верхньої частини модуля; НС₂ – можливе падіння кабіни та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; НД₄ – демонтаж електронного датчика блокування кабіни; НС₃ – можливе побиття верхніх кінцівок; Т₃ – можливі защемлення пальців; КС – можливі опіки; НДд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій, під час проведення діагностичних робіт системи блокування кабіни вантажного автомобіля.

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 50х20х8 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, визначиться за відношенням [2]:

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

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м (рис. 4.2).

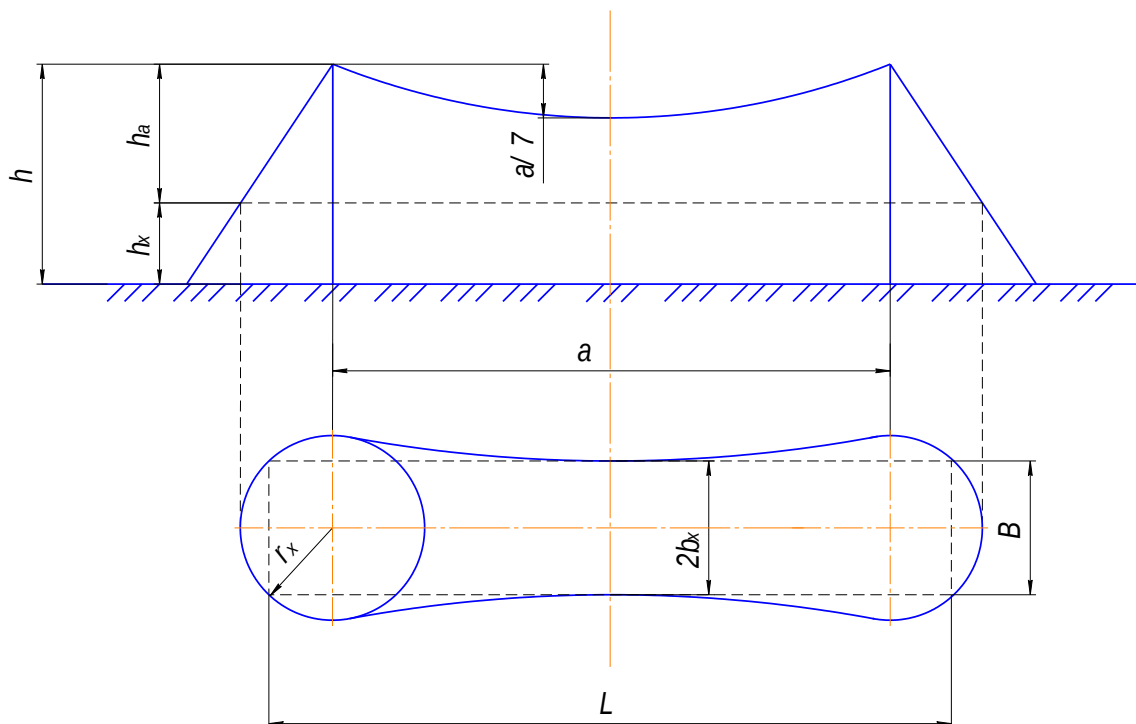


Рисунок 4.2 - Схема блискавкового захисту будівлі, у якій проводиться ТО автомобілів.

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, сформувавши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

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 з'єднань, 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 автотранспортного 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 водним 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 безпечне 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 сівоzmіна. 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.

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)[2]. 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 обладнувати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

4.4 Висновки

Щоб забезпечити якісно-безпечні умови праці обслуговуючого персоналу, під час проведення діагностичних і профілактичних робіт електронної системи блокування кабіни вантажного автомобіля, розроблено комплексні заходи:

- слід перевірити справність вентиляційної системи приміщення, так, як її належний стан, суттєво впливає на здоров'я робочого персоналу;
- необхідний обов'язковий контроль персоналу, за проходженням інструктажу з техніки безпеки і охорони праці;
- слід постійно здійснювати візуальну перевірку та тестування діагностичного обладнання.

Розраховано оптимальну висоту блискавковідводу, що дозволяє гарантувати належний рівень протипожежного захисту будівлі, де проводиться ТО автомобілів.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Експлуатаційні витрати

Електронна система блокування кабіни вантажного автомобіля, яка є вчасно відлагоджена, не веде до значних експлуатаційних витрат. Хоча бувають випадки, коли дана система зазнає збоїв і суттєво впливає техніко-економічні показники автомобіля загалом.

Тому, економічні витрати, визначаємо з експлуатаційних характеристик автомобіля.

Затрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за [7]:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (5.1)$$

де Z_n – витрати на паливо;

$Z_{зм}$ – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{зм} = 1,93$ грн/км;

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

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

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,5$ грн/км;

$Z_{зн}$ – витрати на заробітну плату водія, $Z_{зн} = 8,3$ грн.

Витрати на паливо визначаємо, відносно справної і несправної системи запалювання.

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g}{100}, \quad 5.2$$

де, $C_n^{\bar{}}$ – вартість палива, $C_n^{\bar{}} = 50,00$ грн/л;

g – витрата палива (за несправної системи), $g = 32$ л/100 км

Тоді:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{50,00 \cdot 32}{100} = 16,00 \text{ грн./км,}$$

З справною системою:

$$Z_n^i = \frac{C_n^i \cdot g^B}{100}, \quad 5.3$$

де, g_B – витрата палива, $g_B = 27$ л/ 100 км.

Відповідно:

$$3_n^{б.в.} = \frac{50,00 \cdot 27}{100} = 13,50 \text{ грн./км.}$$

Отже, як показує розрахунок, витрати на придбання палива, для автомобіля з справною системою є меншими, ніж з несправною.

Витрати на технічне обслуговування двигуна:

$$3_{то} = N_a \cdot l_a \cdot 10^{-3}, \text{ грн./км} \quad 5.4$$

де, N_a – витрати для автомобіля, приймаємо $N_a = 32,4$ грн./1000 км.

$$3_{то} = 32,4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,032 \text{ грн/км.}$$

Амортизаційні відрахування для автомобіля визначаються:

$$3_{амор.} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{кап.р}}{10^5} \text{ грн.} \quad 5.5$$

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 450000,00$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,04$;

l_p – річний пробіг, $l_p = 80000$ км;

$A_{кап.р}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{кап.р} = 0,02$

$$3_{амор.} = \frac{450000 \cdot 80000 \cdot 0,04}{10^5} + \frac{450000 \cdot 80000 \cdot 0,02}{10^5} = 14400 + 7200 = 21600,00 \text{ грн.}$$

Згідно формули (6.1), отримаємо:

- для автомобіля з несправною системою

$$3 = 16,00 + 1,93 + 0,032 + 0,08 + 0,6 + 5,3 = 23,94 \text{ грн /км;}$$

- зі справною системою

$$3 = 13,50 + 1,93 + 0,032 + 0,08 + 0,6 + 5,3 = 21,44 \text{ грн./км.}$$

Тоді, за річний пробіг автомобіля, витрати будуть становити:

з справною системою

$$3_p = 21,44 \cdot 73000 / 12 \cdot 4 = 521755,33 \text{ грн./рік;}$$

- з несправною

$$3_p = 23,94 \cdot 73000 / 12 \cdot 4 = 582540,00 \text{ грн./рік.}$$

Виходячи із вище отриманих значень, річні витрати будуть становити:

$$E = 582540,00 - 521755,33 = 60784,67 \text{ грн./рік}$$

5.2 Висновки

Не вчасно проведена діагностика та налагодження модуля блокування кабіни вантажного автомобіля MAN TGX, приведе до річних експлуатаційних витрат, на суму близько 60784,67 грн./рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз електронних систем вантажних автомобілів показав, що з плином часу та за умов тривалої експлуатації, дані системи можуть втрачати свою працездатність.

Для швидкої та точної діагностики таких несправностей, необхідно використовувати спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення.

Проаналізовано конструктивні особливості кабін сучасних вантажних автомобілів та визначено проблемне місце у конструкції електронного модуля фіксації кабіни.

Встановлено, що в електронній бортовій системі автопоїздів марки MAN, виникають проблеми, що пов'язані із нестабільною генерацією електричного сигналу від датчика фіксації кабіни. Це, у свою чергу, може спричинити небезпечні умови експлуатації або повну зупинку транспортного засобу.

Встановлено, що за несправної роботи датчика фіксації кабіни, блок може перейти у аварійний режим роботи, сприяючи збільшення годинній витраті палива – близько 32,3(28,44) л/100 км і питомій витраті палива – 175,2 (160,45) г/кВт год.

Для підвищення безпеки експлуатації вантажних автомобілів (автопоїздів), слід звернути увагу на електротехнічний стан системи блокування підйому кабіни (електронний датчик блокування) та включити його у перелік робіт по запланованому ТО, після 60000 км пробігу.

Розроблено та представлено операційну карту, на демонтаж і встановлення електронного датчика фіксації кабіни автопоїзда MAN TGX.

Щоб забезпечити якісно-безпечні умови праці обслуговуючого персоналу, під час проведення діагностичних і профілактичних робіт електронної системи блокування кабіни вантажного автомобіля, розроблено комплексні заходи:

- слід перевірити справність вентиляційної системи приміщення, так, як її належний стан, суттєво впливає на здоров'я робочого персоналу;
- необхідний обов'язковий контроль персоналу, за проходженням інструктажу з техніки безпеки і охорони праці;
- слід постійно здійснювати візуальну перевірку та тестування діагностичного обладнання.

Розраховано оптимальну висоту блискавковідводу, що дозволяє гарантувати належний рівень протипожежного захисту будівлі, де проводиться ТО автомобілів.

Не вчасно проведена діагностика та налагодження модуля блокування кабіни вантажного автомобіля MAN TGX, приведе до річних експлуатаційних витрат, на суму близько 60784,67 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]. 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. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
7. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
8. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
9. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.
10. 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.
11. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.

12. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ, 2023. 300 с.
13. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. 240 с.
14. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
15. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
16. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів. Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
17. Дембіський В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник. Інформаційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. 2018. 472.
18. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
19. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: підручник.— К.: Арістей, 2004. 476 с.
20. Александров В.Д., Гутаревич, І.В. Грицук і інш. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
21. Славін В.В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів з використанням сучасних систем впорскування: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.22.20. К., 2014. 209 с.