УДК 656.085.5

В.І. Гудим, *д-р техн. наук, професор,* ***А.Ф. Гаврилюк***
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА АГРЕГАТІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА РІВНЕМ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Проаналізовано матеріали та речовини, які використовуються при виготовленні та експлуатації транспортних засобів щодо пожежної небезпеки, а також аварійні режими, які можуть виникати в бортовій електромережі. Виявлено та описано фактори, які спричинюють аварійні режими роботи бортової мережі. Встановлено, що проводи в моторному відсіку працюють на межі своїх фізичних властивостей, що пояснює високий відсоток виникнення пожеж від бортової електромережі (40 %) та за місцем виникнення саме у моторному відсіку (45%).

Ключові слова: автотранспортний засіб, бортова мережа, струмове перенавантаження

Вступ. Використання вантажних та пасажирських транспортних засобів, сільськогосподарської техніки пов'язане з певними небезпеками, в тому числі і пожежною, оскільки навіть нормальні режими такої роботи пов'язані з високими температурами та використанням пожежонебезпечних та вибухових речовин.

Кількість автомобілів у світі невпинно зростає. У 1986 році було зареєстровано 500 млн. автомобілів і вже через 24 роки у 2010 кількість подвоїлася і досягла позначки 1 млрд., тобто на 6,8 жителів Землі припадає всередньому один автомобіль. Всередньому в Україні один автомобіль припадає на 6 людей, тоді як у США – 1,3; Німеччині – 1,8; Польщі – 2,9; Росії – 4, а в Індії – 56 людей. В українському парку переважають автомобілі, які знаходяться в експлуатації понад 10 років. Переважна більшість є російського та українського виробництва – 67,6%. Серед легкових автомобілів найбільш численною маркою в Україні є ВАЗ [7]. Загалом в кожній з країн світу трапляються загоряння автотранспортних засобів з різних причин, при цьому на території України виникає понад 3 тис. пожеж на транспортних засобах, що становить близько 5,8 % тоді як в Росії цей показник становить 6,1 % від загальної кількості пожеж. Це призводить до травмування та загибелі людей, а також до значних матеріальних збитків, які сягають понад 100 млн. грн, що становить 16% від загальної суми прямих матеріальних збитків. Зокрема за 7 місяців 2013 року виникло 2142 пожежі, прямі збитки склали – 67 млн. 774 тис. грн; побічні – 109 млн. 28 тис. грн. Унаслідок пожеж на транспортних засобах загинуло 18 людей та травмовано 33 людини [8]. Значна частина пожеж на транспортних засобах припадає саме на легкові автомобілі.

Згідно із статистичними даними, близько 20% від усієї кількості пожеж на транспорті припадає на необережне поводження з вогнем, 25% припадає на підпал, 40% пожеж пов'язані з неполадками та (чи) аварійними режимами бортових електромереж, 15% – інші причини.

Постановка задачі. Сьогодні в статистиці України, та в інших країнах світу не диференційовано конкретних причин виникнення пожеж та причетності тих чи інших вузлів та агрегатів, що зумовили загоряння. На наш погляд це зумовлено недосконалістю існуючих методів визначення причини пожеж на автотранспорті. Ці методи повинні базуватися на результатах експериментальних та теоретичних досліджень автотранспортних засобів заглом, та їх окремих компонентів. Це потребує аналізу елементів та матеріалів з погляду їх пожежної небезпеки.

Розв'язання задачі. Відомо, що пожежна небезпека автомобілів пов'язана з наявністю великої кількості горючих речовин. Найбільшу небезпеку представляють легкозаймисті та горючі рідини, а це – паливо-мастильні, охолоджувальні і гальмівні рідини, які на початковому етапі підтримують горіння. У карбюраторних та інжекторних двигунах в якості палива використовують бензин, температура спалаху якого -37°С [*]. Отож ознаки «дедуктивний» і «індуктивний» нічим не гірші за «феноменний» і «модельний , що створює пожежну небезпеку. За показниками пожежної небезпеки різні марки бензину відрізняються несуттєво.

[*] температура спалаху – це найнижча температура рідини, при якій над нею утворюються пари та гази, здатні спалахувати у повітрі від джерела запалювання.

Крім палива в автомобілях обертаються різного роду рідини, які використовуються в охолоджуючих, гальмівних та гідропідсилюючих системах. В таблиці 1 наведено характеристики найбільш вживаних рідин.

Таблиця 1

Марка речовини	Температура, °С		
	самоспалахування	займання	Самозаймання
Мастила			
Філол-2М	183	304-346	402
Літол	185	231	364
Солідол	184	208	385
Охолоджуючі рідини			
Тосол-А	108	117	508
Тосол	142	148	-
Гальмівні рідини			
«Нева»	97-102	102	242
БСК	40	46	345
«Роса»	112-128	131	315

Кузов та елементи автомобіля становлять не меншу небезпеку. Нижня частина кузова, порожнини крил, дверей, багажне відділення покривають бітумом. Шумоізоляція здійснюється наклеюванням на панелі дверей гофрованого картону, на дах – поролону, на капот – штучної шкіри з повстю. Обшивка внутрішнього об'єму кузова виконується із текстилю, шкіри, полівінілхлоридної плівки, пластику тощо.

Залежно від марки та класу автомобіля салон авто обшивається штучною чи натуральною шкірою, різного роду тканинами та синтетичними матеріалами. Панель приладів, як правило, виготовляється з пластмаси. Показники пожежної небезпеки деяких матеріалів, які використовуються в автомобілях, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Матеріал	Температура, °С		
	самоспалахування	займання	плавлення
Поліетилен низького тиску	417	306	120
Поліетилен	349	340	138
Поліпропілен	325-388	325-343	165
Дермантин	–	165	–
Бітум	380	300	–

Отже в конструкціях автомобілів використовується широкий набір пожежонебезпечних речовин та матеріалів: паливо, мастила, антикорозійні покриття, тканини, синтетичні речовини, пластмаса та інші матеріали, загальна маса яких становить до 10 % [1] від загальної маси автомобіля.

Оскільки майже кожна друга пожежа автотранспортних засобів пов'язана із електричним струмом, проаналізуємо фактори, що характеризують пожежну небезпеку бортових електромереж.

Пожежна небезпека автотранспортних засобів залежить від надійної роботи всієї системи електрообладнання, її вузлів і агрегатів. Для виникнення пожежі необхідний досить потужний тепловий імпульс, який викличе нагрівання речовини або матеріалу та спричинить загоряння. Оцінка пожежної небезпеки електрообладнання повинна бути пов'язана з оцінкою теплового нагрівання окремих елементів. Тому необхідно проаналізувати тепловий стан найбільш пожежонебезпечних елементів електрообладнання.

Система електрообладнання автотранспортних засобів дуже різноманітна за призначенням, типом, характеристикам і, що особливо важливо, місцем розміщення на борту автотранспортних засобів. Ці види електрообладнання являють собою в загальному вигляді поєднання контактів комутуючих елементів, (електродвигуни, конденсатори, котушки, дроселі і т.п.), електронагрівальних елементів (світлосигнальні прилади, системи обігріву сидінь, пристрої, призначенні для полегшення пуску дизельних двигунів, та інше) і, зрозуміло, електропроводів. Всі ці пристрої і вироби при проходженні по них електричного струму виділяють тепло, яке має розсіюватися в навколишнє середовище, щоб сам пристрій працював у нормальному для нього режимі, без аварійного перегріву. Тому для оцінки пожежної небезпеки електрообладнання автотранспортних засобів необхідно виходити з найбільш ймовірних теплових станів елементів цього електрообладнання у нормальному і аварійному режимах.

В нормальних режимах роботи автотранспортних засобів, коли температури двигуна і інших теплових вузлів і агрегатів знаходяться в межах температур, передбачених умовами експлуатації, найбільш небезпечним з погляду можливості перегрівання і виникнення аварійних режимів в електрообладнанні є моторний відсік і місця з підвищеними температурами та можливістю зіткнення елементів електрообладнання з агресивними середовищами, в першу чергу, з паливом та мастилами. Температура середовища в моторному відсіку може перевищувати температуру навколишнього середовища на 100 °С, а температура поверхні деяких деталей може сягати 500 °С і більше [2]. За таких умов не буде відбуватися нормального розсіювання тепла, що виділяється в струмопровідній жилі електропроводів або в іншому електрообладнанні автотранспортних засобів, що неминуче призведе до їх перегрівання і переходу в аварійний режим роботи.

Найбільш імовірним місцем виникнення аварійних режимів є електропроводи, оскільки, руйнування їх ізоляції можливе від механічних, хімічних впливів і високих температур. ПВХ ізоляція автомобільних проводів здатна не втрачати фізико-механічних властивостей до 105 °С [3], хоча нормальною експлуатаційною температурою для автомобільних електропроводів є температура 70°С. Враховуючи підвищену температуру в моторному відсіку (особливо, у вантажних автотранспортних засобів), можна вважати, що ізоляція таких електропроводів працює фактично на межі своїх фізичних можливостей, і тому стає цілком зрозуміло ситуація з порівняно великим числом загорянь автотранспортних засобів саме через проблеми з електрообладнанням.

Нагрівання електропроводів автотранспортних засобів при штатних режимах роботи відбувається з різним ступенем, що визначається їх призначенням і технічними характеристиками. Наприклад, нагрівання силового електропроводу стартера двигуна автотранспортного засобу відбувається при тривалих за часом (затяжних) стартерних режимах, а також, якщо інтервали між багаторазовими повторними запусками малі. За таких пускових режимів провідники можуть нагріватися, при цьому відбувається втрата міцності ізоляції, її пересихання, спучування.

Теплові стани електрообладнання автотранспортних засобів при аварійних режимах розглянемо для найбільш типових для нього пожежонебезпечних режимів [4]:

- коротке замикання;
- струмове перевантаження;
- великий (підвищений) перехідний опір.

Коротке замикання (КЗ) виникає врезультаті зменшення опору, що може бути викликане виникненням нового електричного кола, яке утворилося внаслідок замикання при руйнуванні ізоляції проводу, електричного пробою через провуглену ізоляцію. КЗ може виникнути і при обриві електропроводу під напругою з наступним дотиканням його неізольованих струмопровідних частин з елементами, що мають іншу полярність. Найбільш типовий випадок – виникнення КЗ при руйнуванні електричної ізоляції, яке відбувається внаслідок механічних ушкоджень, експлуатаційного зносу, частих струмових перенавантажень, а також дії агресивних середовищ і вологи. Струм КЗ для електромереж автотранспортних засобів може становити від декількох десятків до декількох сотень ампер. Значне зростання тепловиділення теплоти при КЗ викликає швидке нагрівання горючих речовин і матеріалів аж до їх загоряння.

При КЗ температура в аварійній мережі рідко зростає більш ніж на 15 °С, якщо дане КЗ не відбулося внаслідок струмового перенавантаження [4]. КЗ в електрообладнанні можуть бути металевими і дуговими. Безпосередньо в місцях металевого КЗ температура провідника може сягати 600-800 ° С [4]. При дугових КЗ температура в місці дугового розряду може становити 2000-4000 ° С і від неї загоряються всі речовини і матеріали, що знаходяться поблизу. При цьому також відбувається розбризкування розплавленого металу, температура частинок якого в вихідний момент понад 1000 ° С, а отже ці частинки виявляються здатні запалити горючі речовини і матеріали.

КЗ в бортовій мережі автотранспортних засобів нерідко виникає врезультаті руйнування ізоляції при терті об гострі кромки елементів конструкції, чому сприяє вібрація електропроводів під час руху автотранспортного засобу.

Під час струмових перевантажень температура жили проводу може значно перевищити критичну (за термостійкістю) температуру ізоляції (105 ° С) [37] і сягнути температури межі руйнування жили [4]. Тому струмові перевантаження, послаблюючи захисні властивості ізоляційної оболонки електропроводів, нерідко є першим ступенем утворення КЗ, , а також є причиною загоряння як ізоляції, так і інших горючих матеріалів, які безпосередньо стикаються з провідником, в якому проходить даний аварійний режим. Тривалі струмові перевантаження значно зменшують еластичність і міцність ізоляції провідника через нагрівання (100-130 ° С) і в результаті її руйнування згодом нерідко призводять до КЗ [4].

Якщо ж струми перевантаження провідника проходять всередині джгута електропроводів, то через акумуляцію тепла в джгуті, руйнування ізоляції призводить до міжпроводникових КЗ, внаслідок чого уражуються кілька електричних кіл. Температурні умови виникнення такого КЗ можуть становити 200-300 ° С, що залежить від різних факторів: способу прокладки проводів усередині джгута; натягу джгута і окремих електропроводів в джгуті; вигину джгута; зовнішнього механічного впливу. Подальше зростання струмового перевантаження може закінчитися загорянням електричного джгута [2, 4].

Основною причиною струмових перевантажень є використання нештатних, що перевищують допустимі за потужністю, споживачів електроенергії (нерідко в кілька разів), використання нестандартних плавких вставок електрозапобіжників або інших апаратів захисту, також використання додаткових електричних споживачів, не передбачених заводом-виробником автотранспортного засобу, неграмотне їх підключення до електромережі автомобіля. Неправильний вибір перерізу і типу електропроводів при ремонті також може призвести до аварійних режимів в електромережі автотранспортного засобу [2].

Ознаки, характерні для струмових перевантажень:

– Підвищена температура проводів.
– Поверхня ізоляції з боку струмопровідної жили проводу часто має почорніння, обвуглювання.
– Поява специфічного запаху розкладання ізоляції.
– Потемніння на струмоведучих жилах.
– Поява здуття, тріщин, поздовжніх складок на поверхні ізоляції.
– Зміна кольору ізоляції.
– Реагування на перевантаження контролюючих приладів.
– Спрацювання апаратів електрозахисту.

Великий перехідний опір (режим "поганого контакту") виникає при ослабленні кріплення контактів, появі нещільностей в місцях контактів через дію агресивних середовищ (електроліту, води) і утворення окисних плівок на контактуючих поверхнях. Температура в місцях великих перехідних опорів може сягати рівня в 400 ° С залежно від стану контакту і сили струму, що протікає через нього. Тривале існування режиму "поганого контакту" призводить до перегріву і пошкодження (розплавлення, обвуглення) ізоляції проводів в безпосередній близькості від місця контактного з'єднання, руйнування ізоляторів електроспоживачів, а також комутуючих пристроїв.

Великі перехідні опори часто призводять до металевого КЗ між жилами електропроводів внаслідок руйнування ізоляції. Висока температура, що виникла на великому перехідному опорі, може виявитися причиною загоряння ізоляції проводів, а також інших горючих речовин і матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від цього місця.

Саме у місцях перехідних опорів, перш за все і відбувається небезпечне нагрівання ізоляції, інших дотичних горючих речовин і матеріалів і навіть їх займання. При цьому апарати електрозахисту у вигляді запобіжників не здатні реагувати на "поганий" контакт. Великі перехідні опори виявляються в місцях з'єднань провідників, виготовлених з різних матеріалів. Особливо небезпечними є з'єднання багатожильних проводів, виконані без опресовки або пайки.

Проаналізувавши статистичні дані та речовини, що використовуються та обертаються на транспортних засобах, на пожежну небезпеку, можна виділити основні вузли, які найбільш ймовірно, що можуть спричинити пожежу:

- бортова електромережа;
- паливна система;
- силові агрегати, які працюють при підвищеній температурі.

Найнебезпечнішим місцем виникнення пожежі є:

- моторний відсік;
- кузов.

Отже пожежна безпека автомобіля забезпечується системою запобігання пожежі як в нормальних умовах роботи, так і в аварійних. Найбільш ефективними заходами є конструктивні, які спрямовані на запобігання виникненню умов, за яких може виникнути пожежа. До таких умов можна віднести: виникнення горючого середовища, джерела запалення і підтримання температури робочого середовища меншої від допустимої за горючістю.

Запобігання утворенню горючого середовища забезпечується:

- конструктивним виконання системи живлення, яка б виключала розгерметизацію внаслідок механічних пошкоджень;
- максимально можливим використанням негорючих, або важкогорючих конструктивних і оздоблювальних матеріалів;
- автоматичним перекриттям системи живлення при виникненні аварійної ситуації.

Запобігання утворенню джерел запалення забезпечується:

- виключенням накопичення статичної електрики;
- виконання електромережі, яка знаходиться в моторному відсіку, з температуростійкою ізоляцією.

Підтримання температури робочого середовища меншою від допустимої забезпечується:

- безпечними відстанями між випромінювальною поверхнею та горючими матеріалами;
- використанням теплоізолюючих екранів.

Висновки. У роботі підкреслено актуальність дослідження пожеж автотранспортних засобів з наведенням детальних статистичних даних кількості пожеж та збитків, які вони спричинюють. Проаналізовано та наведено характеристики найбільш пожежонебезпечних речовин та матеріалів, які використовуються при виробництві та експлуатації транспортних засобів.

Встановлено, що при нормальному режимі експлуатації в моторному відділенні ізоляція проводів працює на межі своїх фізичних властивостей, що може бути причиною її пошкодження з наслідками, створення аварійних режимів роботи бортових електромереж.

На основі огляду літературних джерел встановлено, що струмові перенавантаження послаблюють захисні властивості ізоляційної оболонки електропроводів, що надалі призводить до короткого замикання. Наведено рекомендації щодо запобігання виникненню пожеж.

Список літератури:

1. Булочников Н.М., Зернов С.И., Становенко А.А., Черничук Ю.П., Пожар в автомобиле: как установить причину? – М: «ФЛИГИСТОН», 2006. – 224 с.

2. Исхаков Х.И., Пахомов А.В., Каминский Я.Н. Пожарная безопасность автомобиля – М: Транспорт, 1987г., – 86 с.

3. Автомобильные подогреватели и отопители. // Полезные страницы, выпуск №9, М., За рулем, 2001г., 198-205 с.

4. Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах - М.: Энергоиздат, 1984г., – 183 с.

5. http://www.ukrstat.gov.ua/

6. ДСТУ2984-95 "Засоби транспортні дорожні. Типи. Терміни та визначення"

7. http://ukrautoprom.com.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=131&Itemid=

8. www.undicz.mns.gov.ua/

В.И. Гудым, А.Ф. Гаврилюк

АНАЛИЗ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО УРОВНЮ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Проанализированые материалы и вещества , которые используются при изготовлении и эксплуатации транспортных средств, на пожарную опасность, а также аварийные режимы, которые могут возникать в бортовой электросети. Выявлены и описаны факторы, вызывающие аварийные режимы работы бортовой сети. Установлено, что провода в моторном отсеке работают на пределе своих физических свойств, что объясняет высокий процент возникновения пожаров от бортовой электросети (40%) и по месту возникновения именно в моторном отсеке (45%).

Ключевые слова: автотранспортное средство, бортовая сеть, токовая перегрузка.

V.I. Hudym, A.F. Gavrylyuk

SYSTEMS AND AGGREGATES ANALYSIS OF MOTOR VEHICLES BY THE LEVEL OF FIRE HAZARD

The analysis of materials and substances on fire hazard used in the motor vehicles manufacture and operation and emergency modes that can occur in the aircraft electrical system is held. Factors that lead to emergency operation in the on-board network are identified and described. It is found that the wires in the engine compartment are on the brink of their physical properties, which explains the high percentage of fires from on-board power supply (40%) and the place of occurrence is in the engine compartment (45%).

Keywords: motor vehicle, on-board network, current overload

❖ ❖ ❖