

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

УДК 504.05

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.1.66

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ЛЮДИНУ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Бажинов О.В., Кравцов М.М., Ілічук О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Розглянуто вплив сучасних автомобілів і автомобільних потоків на навколишнє середовище та здоров'я людини. Внесено пропозиції щодо розроблення методики вимірювань електромагнітних випромінювань автомобілів на етапі їх експлуатації та ремонту.

Ключові слова: автотранспорт, електромагнітні небезпеки, здоров'я людини, електромагнітне випромінювання, методика вимірювань.

Вступ

Автомобільний ринок в Україні поступово збільшується електричними та гібридними транспортними засобами. Усі автомобілі проходять міжнародні експертизи й відповідають нормам щодо допустимого рівня електромагнітних випромінювань (ЕМВ).

У процесі експлуатації та ремонту цей рівень може змінюватися й не відповідати встановленим вимогам. Однак, методики вимірювання ЕМВ у зазначених умовах поки що відсутні. Розроблення таких методик потребує врахування особливостей експлуатації та можливих пошкоджень автомобілів і визначення умов, за яких електромобіль взагалі не може бути допущений до експлуатації.

Аналіз публікацій

Автори [1–4] стверджують, що гібридні автомобілі мають значно вищий фон електромагнітного випромінювання, ніж звичайні, особливо в районі задніх сидінь, де зазвичай знаходиться акумуляторна батарея.

У найбільш популярного гібридного автомобіля Toyota Prius рівень випромінювання – 0,003–0,017 мТл. Норма гранично допустимого рівня (ГДР) становить 0,2 мкТл (відповідно до закордонних джерел) [5–9]. Не визначений єдиний ГДР електромагнітних випромінювань в електромобілі та гібридному автомобілі.

Відомо, що під час руху транспортних засобів у потоці можливе явище резонансу ЕМВ у діапазонах частот (48 ... 53), (76 ... 82), (186 ... 192) і (220 ... 225) МГц, що призводить до збільшення середнього рівня випромінювання на 23, 16, 8 і 5 дБ відповідно [10].

Електричний автомобіль – нова технологія, і тому робіт про магнітні вимірювання мало, а статті з тестування магнітних полів (МП) у повністю електричних автомобілях практично відсутні [11]. МП у всіх транспортних системах, що працюють на електричному струмі, мають схожі характеристики [12–14]. Для прикладу на рис. 1 і 2 наведено МП, виміряні в гібридному автомобілі в Австралії [15] і результати вимірювань в електричці в районі Санкт-Петербурга відповідно.

На рис. 1 наведені варіації повного МП, виміряні в гібридному електромобілі під час руху протягом 10 хв. Видно, що максимальних значень МП (у наведеному прикладі ~ 35 мГ, тобто 3,5 мкТл) досягає за умови прискорення.

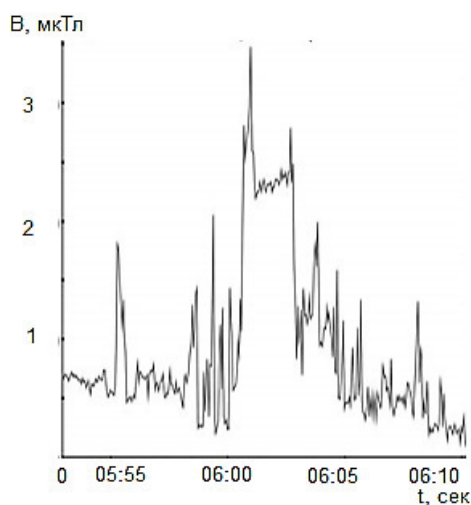


Рис.1. Індукція магнітного поля на лівому передньому сидінні гібридного автомобіля в процесі його руху [16]

Інтенсивність магнітного поля або індукції відкладено по осі ординат; час показано на осі абсцис; перший і останній відрізки часу вимірювання відповідають зупинці автомобіля, а центральна частина – руху. Високовольтна батарея розташована під задніми сидіннями автомобіля.

На рис. 2 наведені варіації трьох компонент МП у Санкт-Петербурзькій електричці протягом 20-хвилинного відрізка часу. Видно, що максимальних значень МП так само, як і в електромобілі, досягає під час прискорення. Зокрема з рис. 2 випливає, що максимальні варіації поля спостерігаються в Y-компоненті (перпендикулярній осі руху).

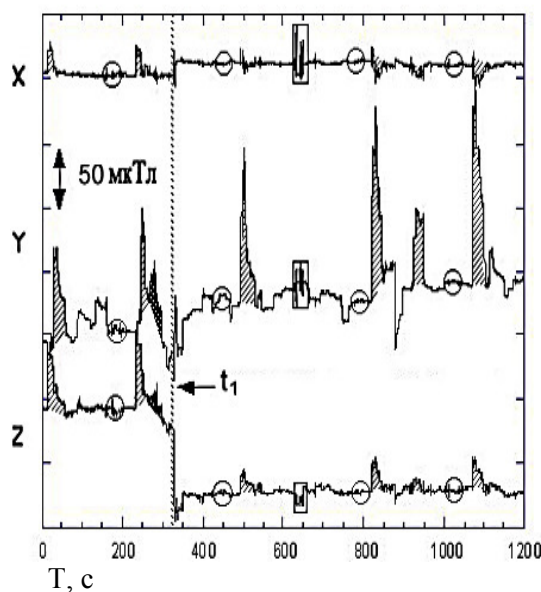


Рис. 2. Ультранизкочастотне (УНЧ) магнітне поле (компоненти X, Y, Z) в електричці (МВС), що працює на постійному струмі у вагоні з моторами [16]

Заштрихована ділянка – фаза прискорення, чорна ділянка – підстанція, прямокутник – зустрічний поїзд, коло та еліпс – фаза гальмування. У момент t_1 датчик був поміщений у точці безпосередньо над електродвигуном. Різка зміна поля в цей момент свідчить про великі просторові градієнти. Видно, що максимальні значення варіацій тут ~ 100 мкТл. З цього ж рисунка спостерігається наявність великих просторових градієнтів МП, які можуть досягати ~ 100 мкТл/м. Такі ж просторові градієнти можна очікувати й у вимірювальні системи магнітних полів в електромобілях.

Дійсно, як було показано прямими вимірами, у гібридному автомобілі Крайслер [17],

просторові градієнти доходили до 100 мкТл/м. У цій же роботі отримані максимальні значення поля ~ 120 мкТл. У вагоні трамвая реєструвалися значні градієнти МП, що є суттєвим біотропним параметром.

Електрообладнання в електротранспорті і, зокрема, в електромобілі, є джерелом змінного ЕМП, що має сильну тимчасову та просторову неоднорідність у діапазоні частот від нуля до сотень мегагерц [18]. Це пов'язано з тим, що МП в електротранспорті є суперпозицією полів від багатьох джерел. Безпосередніми джерелами МП в електротранспорті є тягові електродвигуни, батареї, струмонесучі елементи, різне електрообладнання, наприклад, пускогальмівні опори, групові перемикачі, реостатні блоки, електричні ланцюги вентиляції, освітлення, обігріву тощо. Електронні пристрої на борту також є джерелами електромагнітного випромінювання, як правило, більш високочастотного, ніж МП, пов'язані зі змінами режиму руху електротранспорту. З цього випливає, що магнітометричні системи для вимірювання й подальшого аналізу МП в електричному автомобілі з метою забезпечення безпеки повинні відповідати таким вимогам: вимірювати хвильову форму, а не усереднену характеристику інтенсивності в деякому діапазоні частот; вимірювати поля в діапазоні частот – ультранизкочастотні (УНЧ) (0–10 Гц) і вкрай низькочастотні (КНЧ) (10–300 Гц); мати великий динамічний діапазон за амплітудою; мати можливість вимірювати різкі стрибки інтенсивності в діапазоні частот 0–20 Гц, а також магнітні імпульси в діапазоні декількох кілогерц (кГц); працювати в полях з великими просторовими градієнтами [19].

МП вимірюються у великому динамічному діапазоні амплітуд від одиниць нанотесла (нТл) до 1 тесла в широкому діапазоні частот від 10^{-5} до 10^9 Гц з використанням магнітних датчиків, що працюють на різних фізичних принципах [9, 10]. У зв'язку з цим магнітні датчики умовно поділяють на три категорії для реєстрації малих МП ($\leq 0,1$ нТл), середніх МП (≤ 1 мТл) і великих МП (> 1 мТл). У цій роботі оцінюються середні МП, якими в основному є МП від електрифікованого транспорту. У цей діапазон входять постійне магнітне поле землі (МПЗ) і його варіації, що присутні в автомобілі та викривляються за рахунок його феромагнітної маси та струмових систем. Для проведення вимірювань таких МП можуть бути використані магнітні датчики, робота яких ґрунтується на

різних фізичних принципах: надпровідні магнітометри (SQUID), волоконно-оптичні, квантові магнітометри з оптичним накачуванням, протонні магнітометри, ферозондові, індукційні, магніторезистивні та магніто-статичні (torsion) магнітометри [18, 19].

Усі перераховані вище магнітні датчики мають свої переваги й недоліки. Наприклад, найбільш високу чутливість і температурну стабільність мають SQUID і квантові магнітометри, однак вони можуть використовуватися тільки в стаціонарних лабораторних умовах або на магнітних обсерваторіях. Протонні магнітометри широко використовуються в геофізичних додатках (обсерваторії, експедиції, наземні й морські магнітні зйомки). Однак ці прилади залежать від установаження щодо магнітного меридіана та їх застосування обмежене у великих градієнтах МП. Феромагнітні й індукційні прилади використовуються як у стаціонарних, так і в польових умовах. Однак їх застосування обмежене в сильних МП з великими градієнтами.

Магніторезистивні датчики (AMR і GMR) є найбільш широкосмуговими малогабаритними, проте мають обмежену чутливість і високу залежність від температури. Магніто-статичні (торсійні) магнітометри реєструють напруженість поля за рахунок відхилення магнітної системи або зміни періоду її механічних коливань у досліджуваному МП.

Магніто-статичні магнітометри мають досить високу чутливість, незалежність від сильних градієнтів МП, великий динамічний діапазон за амплітудою, плоску амплітудно-частотну характеристику, прості у виготовленні й економічні за споживанням живлення.

Унаслідок експлуатації та ремонту автотранспортних засобів змінюється рівень електромагнітного випромінювання.

Мета і постановка завдання

Метою статті є розроблення пропозицій щодо методики вимірювань електро- та гібридних транспортних засобів після їх ремонту й під час технічного обслуговування в процесі експлуатації.

Розроблення методики вимірювань електромагнітних випромінювань автомобілів на етапі їх експлуатації та ремонту

На даний час причиною розбіжностей різних країн у нормативних документах є недостатня вивченість впливу ЕМП на людину і біоту (тобто стали сукупність рослин, тварин

тощо, об'єднаних спільною територією поширення), високі темпи впровадження нових видів джерел ЕМП і їх широкого розповсюдження, збільшення різного роду ЕМП у місцях постійного перебування людини.

Методики вимірювань ЕМП існують у промисловості, житлово-будівельному комплексі та інших виробництвах, які можна брати за аналог і створювати єдину методику для вимірювань ЕМП у електро- та гібридних автомобілів.

Наприклад, наказ Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2002 № 476 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів», та додаток до нього, наказ МОЗ № 147 від 27.11.2017 року

«Про внесення змін до Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», також належать до вимірювань ЕМП у промисловості.

Незамінними помічниками в питанні контролю інтенсивності ЕМП стануть для нас інноваційні прилади німецької компанії Gigahertz Solutions. З 1997 р. провідні фахівці компанії займаються розробленням та виробництвом вимірювальної техніки, високочастотних та низькочастотних аналізаторів електромагнітного випромінювання, комплектів для аналізу електромагнітного забруднення, екранувальних пристроїв, перемикачів тощо. Вони пропонують низькочастотні аналізатори серії ME. Серед пристроїв цієї серії можна виділити дві лінії В (ME 3030В, ME 3830В, ME 3840В) та А (ME 3851А, ME3951А).

Для розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля застосовуються методика та методичні вказівки, визначені в пункті 1.6.12 підрозділу 1.6 розділу 1 «Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 01 серпня 1996 р. № 239, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29 серпня 1996 р. за № 488/1513.

Однак ця методика належать до розрахунку електромагнітних полів (ЕП), які створюють телевізійні й радіостанції в діапазоні частот від 48 до 1000 МГц, електричного складника електромагнітного поля, що створюється кожною з антен.

Як відомо, в електро- та гібридному автомобілях можуть утворюватись ультранизь-

кочастотні (УНЧ від 0 до 10 Гц) та вкрай низькочастотні (ВНЧ від 10 до 300 Гц) магнітні поля.

Тому запропоновані вимірювання магнітного поля (Н.Г. Птіцина, Ю.А. Копитенка, В.С. Ісмагілов, А.Г. Коробейников) у різних видах транспорту показало, що ці поля кардинально відрізняються від синусоїдальних полів, що генерують лінії передач (50 Гц або 60 Гц) [19].

Магнітні поля в електричному транспорті, включаючи автомобіль, є мультичастотними, які швидко змінюються в часі та просторі автомобіля. Ці властивості магнітного поля є наслідком підсумовування різноманітних джерел магнітного поля на борту транспортного засобу й мінливих режимів руху (прискорення, гальмування тощо). Однак більша частина магнітної енергії концентрується в найбільш низьких частотних діапазонах (квазістатичному й ультранизькому, 0,001–10 Гц). Нижче наведені максимальні рівні полів, що зустрічаються в різних видах електротранспорту, зокрема електромобілі, у квазістатичному й ультранизькочастотних діапазонах: трамвай 500 мкТл; метро 450 мкТл; троллейбус 350 мкТл; електромобілі/гібридні 140 мкТл; електропоїзд 120 мкТл; електрокар 104 мкТл; легкий електробус 80 мкТл.

Найбільші рівні полів зустрічаються в трамваї та метро. Виміряні до теперішнього часу рівні полів в електричному автомобілі можна порівняти за порядком величин з магнітними полями, вимірюваними в електропоїздах – у вагонах електричок і на робочому місці машиніста електровоза. Ці магнітні поля значно перевершують поля від ліній передач, з якими людина зазвичай стикається вдома й на роботі.

У замкнутому просторі електро- та гібридного автомобілів потрібно визначити 3D-топологію інтенсивності магнітних полів, положення їх максимумів, змінність їх у часі і залежно від режиму руху автомобіля.

Теоретичні дослідження структури магнітного поля всередині автомобіля є складними. Тому найбільш прийнятним підходом є експериментальні вимірювання інтенсивності магнітного поля відповідними датчиками.

На першому етапі кількість датчиків повинна бути великою, однак автори з урахуванням свого досвіду використали чотири таких датчики в площині підлоги автомобіля (рис. 3, а) і в поздовжньому перерізі, що перпендикулярний підлозі (рис. 3, б).

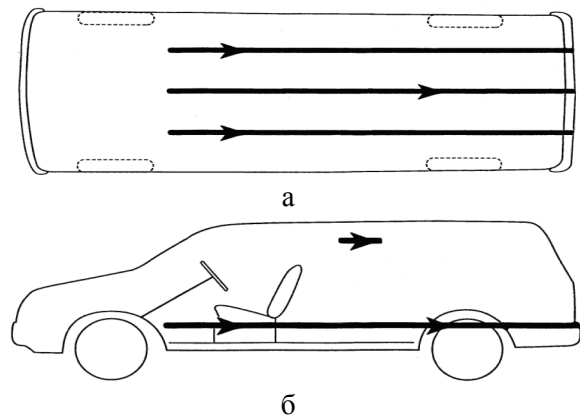


Рис. 3. Схема розташування датчиків вимірювання: а – вид зверху; б – вид збоку. Стрілки позначають позицію датчиків

Результати експерименту

Експеримент проводився в електромобілі Nissan Lifa на навантажувальному стенді автомобільно-технічної лабораторії (АТЛ) кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. М. Я. Говоруценка за умови швидкостей від 4 до 60 км/год співробітниками ХНАДУ і ХННЦ «Інститут метрології» (рис. 4, а; б).

Мета експерименту – порівняти результати вимірювання напруженості ЕМП електромобіля Nissan Lifa на різних швидкісних режимах.

Вимірювальні прилади:

- вимірювач Narda NBM 550 з датчиком магнітного поля 100 кГц – 1 ГГц і датчиком електричного поля 100 кГц – 3 ГГц.



Рис. 4, а. Загальний вигляд приладу Narda NBM 550; б – вимірювання ЕМП

Результати експерименту вимірювань напруженості ЕМП зведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати вимірювань напруженості ЕМВ електромобіля Nissan Lifa

№ позиції	Швидкість електромобіля (км/год)	Місце виміру	Показання вимірювального приладу (В/м)	Примітка
1	4	праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння	0,28 0,30 0,27–0,30	
2	10	праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння	0,15 0,34 0,31	
3	20	праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння	0,31 0,30 0,42	
4	40	праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння	0,20 0,30 0,60	
5	60	праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння	10 3,74 2,70	
6 (момент розгону під навантаженням)	0–max	праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння	0,12 мА/м 0,12 мА/м 0,12 мА/м	

Після тривалої експлуатації зазначений автомобіль показав інші параметри електромагнітних випромінювань, ніж як це було на заводі-виробнику.

Висновки

Унаслідок тривалої експлуатації автотранспортні засоби змінюють початкові ПДУ електромагнітних випромінювань, як це показано в експерименті (табл. 1).

Методика вимірювання ЕМВ у електро- та гібридних транспортних засобах повинна містити такі рекомендації та умови:

- застосовувати методику у випадку ремонту та технічному огляду автотранспортного засобу;

- вимірювання джерел струму УНЧ 0–10 Гц, КНЧ 10–300 Гц, НЧ 300–1000 Гц проводити приладами серії МПМ ТПУ і серії Ш1-15У, ТП2-2У, МТУ-1,-2, SG1100, аналоговий тесламетр EM4305, DT-2G – детектор НВЧ випромінювання до 10 мВт/см², вимірювач магнітної індукції Актаком, АТТ-8701, індикатор магнітного поля ЛАБС, гаусметри НТ20, НТ201, 1-ST, GM-2, Narda NBM 550 та ін.;

- вимірювання проводити у таких точках: праве колесо, місце водій-пасажир, заднє сидіння на різних швидкостях електромобіля;

- використовувати мінливі режими руху прискорення, гальмування і т. д.;

- фіксувати мегаметровими та іншими приладами частини магнітної енергії, яка концентрується в найбільш низьких частотних діапазонах (квазістатичному й ультранизькому, 0,001–10 Гц);

- розташовувати автомобіля на горизонтальному майданчику;

- відсутність атмосферних опадів;

- двері, капот, багажник мають бути зачинені;

- вимірювальна антена приладу для виміру рівня ЕМВ повинна розташовуватися прямо перед центром автомобіля на відстані 10 м і на висоті 3 м, спереду або ззаду (залежно від розміщення двигуна) і збоку, з боку розташування антени радіоприймача автомобіля;

- результатом вимірювань на даній частоті вважати найбільше з отриманих значень для всіх варіантів взаємного розташування автомобіля і вимірювальної антени;

- пропонувати та вести пошуки розумних і недорогих способів зменшення магнітних полів у автомобілях тощо.

Література

1. Попов И.И., Тесленко О.А., Тесленко Н.И. Анализ состояния нормативной базы по обеспечению электромагнитной безопасности в Украине // [Системи управління, навігації та зв'язку](#). – 2015. – Вип. 2. – С. 124–131.
2. Селиванов С.Е., Филенко В.В., Каразина В.Н., Бажинов А.В., Будянська Е.Н. Электромагнитные загрязнения биосферы автотранспортом (автомобили, электромобили, гибридные автомобили) // [Автомобильный транспорт](#). – 2009. – № 25.
3. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика: монографія / А.В. Бажинов и др. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
4. Гібридні автомобілі: монографія / А.В. Бажинов и др. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
5. Бажинов О.В. Бажинова Т.О., Кравцов М.М. Основи ефективного використання екологічно-чистих автомобілів: монографія. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 200 с.
6. Impact on passengers of magnetic fields in electric vehicles / Pablo Moreno-Torres, Marcos Lafos, Marcos Blanco and Jaime R. Arribas
Submitted: November 24, 2015 Review: May 31, 2016 Published: October 5, 2016. DOI: 10.5772 / 64434.

7. Кириченко В.И. Электропривод гибридных транспортных средств. URL: http://elprivod.nmu.org.ua/ru/science/electric_hybrid_vehicles.php.
8. Шубин В.Е. Устройство для защиты водителя от гепатогенных зон и от излучений электрооборудования собственного автомобиля. URL: <http://guljaeveduard.net/shubin-protection-devices>
9. IEC 61786-1. International standard norme. Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Commission electrotechnique internationale. ICS 17.220.20. ISBN 978-2-8322-1298-1.
10. ISO 19206-1:2018. Road vehicles – Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions – Part 1: Requirements for passenger vehicle rear-end targets. General information. Status Published. Publication date: 2018-12. Edition: 1. Number of pages: 20. Technical Committee.: [ISO/TC 22/SC 33](https://www.iso.org/standard/51111.html). Vehicle dynamics and chassis components. ICS: [43.020](https://www.iso.org/ics/43020.html). Road vehicles in general.
11. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Приказ МОЗ України от 08.04.2014 № 248, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 6 мая 2014 г. № 472/25249. 12.
12. ДСНіП 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
13. Коробейников А.Г., Исмагилов В.С., Копытенко Ю.А., Птицына Н.Г. Измерительные системы магнитных полей в электромобилях для анализа электромагнитной безопасности. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=27667.
14. Птицына Н.Г., Исмагилов В.С., Копытенко Ю.А., Коробейников А.Г. Фазово-градиентный метод измерения магнитного поля в электромобиле // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 1 (83). – С. 108–112.
15. Исмагилов В.С., Копытенко Ю.А., Хаттори К., Хаякава М. Использование градиентов и фазовых скоростей УНЧ геомагнитных возмущений для определения местоположения очага будущего сильного землетрясения // Геомагнетизм и аэрномия. – 2006. – Т. 46. – № 3. – С. 423–430.
16. Коробейников А.Г., Птицына Н.Г., Исмагилов В.С., Копытенко Ю.А. Вычисление топологии магнитного поля в электромобиле с использованием фазово-градиентного метода // Программные системы и вычислительные ме-

тоды. – 2013. – № 1. – С. 45–55. DOI: 10.7256/2305-6061.2013.01.4.

References

1. Popov I. And, O. A. Teslenko, N. I. Teslenko. Analysis of the state of the regulatory framework for ensuring electromagnetic safety in Ukraine // Management systems, navigation and audio systems. 2015. 2. P. 124–131.
2. Selivanov S.E., Filenko V.V., Karazina V.N., Bazhinov A.V. Electromagnetic pollution of the biosphere by motor vehicles (cars, electric cars, hybrid cars) // Automobile transport. 2009. № 25.
3. Synergetic car. Theory and practice: monograph / A.V. Bazhinov et al. – Kharkov, 2011. – 236 p.
4. Hybrid automobiles: a monograph / A.V. Bazhinov et al. – Kharkov, 2008. – 327 p.
5. Bases of an effective ecologically clean car. Monograph. / O.V. Bazhinov, T.O. Bazhinova, M.M. Kravtsov. Kharkiv: KHNADU, 2018. – 200 p.
6. Impact on passengers of magnetic fields in electric vehicles / Pablo Moreno-Torres, Marcos Lafos, Marcos Blanco and Jaime R. Arribas Submitted: November 24, 2015 Review: May 31, 2016 Published: October 5, 2016 DOI: 10.5772 / 64434.
7. Kirichenko V.I. Electric drive of hybrid vehicles. URL: http://elprivod.nmu.org.ua/en/science/electric_hybrid_vehicles.php.
8. Shubin V.Ye. A device for protecting the driver from geopathic zones and from radiation from the electrical equipment of his own car. URL: <http://guljaeveduard.net/shubin-protection-devices>
9. IEC 61786-1. International standard norme. Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Commission electrotechnique internationale. ICS 17.220.20. ISBN 978-2-8322-1298-1.
10. ISO 19206-1: 2018. Road vehicles – Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions – Part 1: Requirements for passenger vehicle rear-end targets. General information. Status Published. Publication date: 2018-12. Edition: 1. Number of pages: 20. Technical Committee: ISO/TC 22/SC33. Vehicle dynamics and chassis components. ICS: 43.020. Road vehicles in general.
11. Hygienic classification of indicators of health and safety factors of viral fungus, importance of workload, Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 08.04.2014 № 248, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 6, 2014, № 472/25. 12.
12. DSNiP 3.3.6.096-2002. State Sanitary Norms and Rules for Robots with Electric Magnets.
13. Korobeinikov A.G., Ismagilov V.S., Kopytenko Yu.A., Ptitsyna N.G. Measuring systems for magnetic fields in electric cars for analysis of

- electromagnetic safety. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=27667.
14. Ptitsyna N.G., Ismagilov V.S., Kopytenko Yu.A., Korobeinikov A. G. Phase-gradient method for measuring a magnetic field in an electric car // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2013. – № 1 (83). – P. 108–112.
 15. Ismagilov V.S., Kopytenko Yu.A., Hattori K., Hayakawa M. Use of gradients and phase velocities of ULF geomagnetic disturbances to determine the location of the source of a future strong earthquakes // Geomagnetism and aeronomy. – 2006. – Т. 46. – № 3. – P. 423–430.
 16. Korobeinikov A.G., Ptitsyna N.G., Ismagilov V.S., Kopytenko Yu.A. Calculation of the magnetic field topology in an electric vehicle using the phase-gradient method // Software systems and computational methods. – 2013. – № 1. – С. 45–55. DOI: 10.7256 / 2305-6061.2013.01.4.

Бажинов Олексій Васильович¹, професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри автомобільної електроніки, телефон (+380) 99-658-51-01; e-mail: alexey.bazhinov@gmail.com Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Кравцов Михайло Миколайович², доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри метрології та безпеки життєдіяльності, телефон (+380) 99-205-56-57; e-mail: super-mikvich@ukr.net Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Іличук Олександр Валерійович³, студент групи А-52-18, телефон (+380)50-071-28-98; e-mail: aleksandrilichuk@gmail.com Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, Харків, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Методика измерения влияния электромагнитных излучений автотранспортных средств на человека и окружающую среду

Аннотация. Рассмотрено влияние современных автомобилей и автомобильных потоков на окружающую среду и здоровье человека. Внесены предложения по разработке методики измерений электромагнитных излучений автомобилей на этапе их эксплуатации и ремонта.

Ключевые слова: автотранспорт, электромагнитные опасности, здоровье человека, электромагнитное излучение.

Бажинов Алексей Васильевич¹, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой автомобильной электроники, телефон (+380) 99-658-51-01; e-mail: alexey.bazhinov@gmail.com Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, Харьков, 61002, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Кравцов Михаил Николаевич², доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры метрологии и безопасности жизнедеятельности, телефон (+380) 99-205-56-57; e-mail: super-mikvich@ukr.net Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, Харьков, 61002, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Иличук Александр Валериевич³, студент группа А-52-18, телефон (+380) 50-071-28-98; e-mail: aleksandrilichuk@gmail.com Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, Харьков, 61002, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Methods of measuring the influence of electromagnetic radiation of vehicles on the person and the environment

Abstract. The influence of modern automobiles and automobile flows on the environment and human health is considered. Suggestions have been made to develop a methodology for measuring electromagnetic emissions from automobiles at the stage of their operation and repair. The article is an analysis of research on the negative and harmful factors of exposure to electromagnetic fields and radiation on the human body, exceeding the existing standards several times (according to some foreign sources) on the examples of Ukraine and abroad. According to various literary sources, the electromagnetic pollution of the urban environment from motor vehicles can reach 30 %. Indicators of the electromagnetic field (EMF) depend on the intensity of the motor transport. At present, the percentage of EMF from road transport in cities has increased significantly. The percentage of EMF increases due to increased traffic flows, the number and power of electrical equipment of a single vehicle. The motor vehicle though is a relatively low-powered source of electromagnetic radiation (EMR), but the EMR problem exists. At the same time, there is still no clear definition of what level of exposure is harmful to health. Official safety tests in most countries do not measure the strength of such fields in cars. The nature of electromagnetic radiation is associated with vortex electrical and magnetic fields. The degree of influence is determined by the amount of energy of electromagnetic radiation, depending on the frequency or wavelength. By electrical properties, most living tissues at frequencies above 60 kHz can be considered as animate dielectrics. A man-caused background created

by the flow of vehicles equipped with a system of ignition, on highways and in densely populated locations in the period of intense traffic far exceeds the natural. The highest level of electromagnetic field intensity is observed in cities and industrial zones. The analysis shows that the electromagnetic environment will deteriorate as the number of cars increases. The situation is complicated by the fact that in the process of operation, the level of electromagnetic radiation, in particular from the ignition system of the car, increases in the result of the aging processes of various designs and elements that affect the parameters of the EMF.

Keywords: motor vehicles, electromagnetic hazards, human health, electromagnetic radiation.

Alexey Bazhinov¹, professor, Doctor of Technical Science, Head of the Department of Automotive Electronics
tel. (+380) 99-658-51-01;

e-mail alexey.bazhinov@gmail.com

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho street, Kharkiv, 61002, Ukraine

Mikhail Kravtsov², Associate Professor, Candidate of Technical Sciences;

tel. (+380) 99-205-56-57;

e-mail super-mikvich@ukr.net

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho street, Kharkiv, 61002, Ukraine

Alexander Ilychuk³, student gr. A-52-18;

Tel. (+380) 50-071-28-98

e-mail aleksandrilychuk@gmail.com

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho street, Kharkiv, 61002, Ukraine
