

ШИФР «АЛЬТЕРНАТИВА»

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КЕРУВАННЯ
ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	4
1. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ	5
2 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ БУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....	9
3 ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ	18
ВИСНОВКИ	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	26

АНОТАЦІЯ

Об'єкт дослідження – електричний привід міського транспорту.

Мета роботи – підтримка параметрів, що задаються, електродвигуна.

Предмет дослідження – керування електродвигуном.

Наведено визначення видів електроприводів та їх гібридів з механічними. Розглянуто переваги керованих електроприводів над не керованими. Розглянуто методи підвищення пробігу електромобілів.

Приведено огляд проблем по автомобілізації міста, приведений графік пасажиропотоку в часи пік та представлені варіанти потоку за одиницю часу на різних видах транспорту.

Означено особливості управління електродвигуном, та проведені натурні випробування на квадроциклі.

У якості проектного рішення для подальшого дослідження, запропоновано векторне бездатчикове керування електродвигуном, а також велику перспективу мало б дослідження в напрямі підвищення крутного моменту на мотор-колесі. Так як мотор-колесо не має масивною системою передачі крутного моменту від електродвигуна до ведучого колеса.

ПРИВІД, ТРАМВАЙ, ТРОЛЕЙБУС, ФУНІКУЛЕР, МОНОРЕЛЬС, АВТОМОБІЛІЗАЦІЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, СЛОВ'ЯНКА, МІСЬКИЙ ТРАНСПОРТ, ПАСАЖИРОПОТІК, КВАДРОЦИКЛ.

ВСТУП

Світовий ринок електромобілів у світі стрімко зростає. Зважаючи на те, що ще 20 років тому електромобільний бізнес не розглядався як перспективний, то на сьогодні з упевненістю можна сказати, що майбутнє саме за електрифікованими автомобілями. У 2017 р. кількість придбаних у світі електромобілів становила майже 2 млн, продажі зросли, у порівнянні з 2016 р. на 53 %. У 2017 р. інвестиції в розвиток електромобілів становили понад \$ 4 млрд, що вдвічі більше, ніж у 2016 р. Китай, Швеція, Франція, Сполучені Штати Америки, Німеччина, Норвегія, Нідерланди зацікавлені в екологічно чистому виді транспорту і стимулюють їх розвиток у своїх країнах. Великі виробники автомобілів та технологічні компанії, спираючись на державну підтримку, планують розширювати та вдосконалювати свою продукцію. Таким чином, перспективи в найближчому майбутньому електромобілів стають ширшими й реальнішими [3].

Популярність електромобілів у світі зумовлена тим, що вони мають ряд переваг у порівнянні з автомобілями із двигуном внутрішнього згорання, серед яких можна виділити такі:

- дешева заправка (найекономніші електромобілі споживають у середньому 10 кВт на 100 км) та можливість заряджати електромобіль від звичайної розетки;
- проста конструкція електромобіля дає змогу спростити і зробити найбільш зручним його експлуатацію та використання, полегшити ремонт;
- простота управління та дешева експлуатація (відсутність коробки передач, двигуна внутрішнього згорання та різного виду насосів);
- повна відсутність шкідливих для здоров'я людини вихлопів, тому електромобіль повністю безпечний для екології планети;
- електромобіль не створює сильного шумового забруднення, оскільки його структура містить набагато менше технічних деталей, здатних створювати шум, на відміну від традиційних авто;

– висока енергоефективність (коефіцієнт корисної дії паливного двигуна у процесі руху не перевищує 20 %, а коефіцієнт корисної дії електродвигуна досягає 95 %).

Незважаючи на досить суттєві переваги, електромобілі мають і недоліки:

- висока ціна при купівлі автомобіля;
- обмежений пробіг на одній підзарядці;
- нерозвинена інфраструктура обмежує дальність поїздок;
- зарядка автомобіля займає значно більшу кількість часу;
- висока ціна на заміну акумулятора (приблизно половина вартості автомобіля);
- відсутність споживчого вибору (ринок електромобілів нині не такий різноманітний, як ринок автомобілів із двигунами внутрішнього згорання).

Останнім часом українцями було придбано близько 6000 електромобілів. Нині 4 % українського ринку автомобілів належить електромобілям, однак більшість електромобілів були у вжитку і потрапили в Україну після більш ніж дворічного використання у європейських країнах. Тому актуальним та перспективним є тематика, що розглянута у даному дослідженні, яка присвячена підвищенню ефективності використання електричних транспортних засобів за рахунок дослідження та діагностики електрообладнання електромобіля BMW i3.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ BMW i3

1.1 Загальні відомості про електромобілі BMW

Проект BMW і створений для розробки екологічно чистих міських автомобілів для задоволення потреб надійності, і стійкості спеціально для жителів мегаполісів. Повністю електричний BMW i3 – перший серійно вироблений автомобіль в світі, який розроблявся на кожному етапі з урахуванням вимог екологічності, - починаючи від конструювання автомобіля аж до його виробництва та повсякденної експлуатації. Будучи повністю електричним автомобілем, він не виробляє викидів і запахів в місці використання – і це робить його ідеальним транспортним засобом в поїздках по місту.

Електромобіль BMW i3 – не просто екологічно чистий автомобіль. Завдяки його жвавості і прискоренню – всього за 7,3 с він розганяється від 0 км до 100 км – і забезпечує, перш за все, виняткове задоволення від водіння. Задля більшої зручності на бортовому комп'ютері встановлена спеціальна програма, яка допоможе з легкістю знайти припаркований автомобіль і пункти для його зарядки.

Електромобіль BMW i3 має просторий чотиримісний салон і розсувні двері. Весь інтер'єр оформлений напівпрозорими елементами, завдяки чому салон здається ще більше. Пасажирська капсула автомобіля виготовлена з вуглепластику, а в конструкції використані легкі магнієві сплави. Зовнішні панелі виготовлені з пластику. Багажник об'ємом в 260 л можна збільшити склавши задні сидіння і при цьому отримати 1100 л. На додаток до всього цього для більшого комфорту і безпеки власники BMW i3 отримають «автопарковщик», світлодіодні фари, визначення пішохода в темряві, круїз-контроль і ще безліч функцій.

1.2 Технічні характеристики електромобіля BMW i3

Електромобіль приводиться в рух електродвигуном потужністю 125 кВт і крутним моментом 250 Нм. Тягова акумуляторна батарея ємністю 33,2 кВт·год заряджається від домашньої мережі від змінного струму 220 В за час

від 7 год до 10 год за допомогою пристрою в 2,7 кВт, а від зарядної станції постійного струму DC – всього за 30 хв до 80 % заряду [2].

Основні технічні характеристики електромобіля BMW i3 нового покоління зведені у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики електромобіля BMW i3

Основні технічні характеристики		BMW i3
Початок продажів, р.		2016
Кількість дверей/міст		5/4
Батарея	Тип	Літій-іонна
	Ємність, А·год	94
	Енергоємність, кВт·год	33,2
Електричний двигун	Тип	синхронний
	Потужність, кВт	125
	Крутний момент, Нм	250
Максимальна швидкість, км/год		150
Розгін до 100 км/год, с		7,3
Споряджена маса, кг		1245

Габаритні розміри електромобіля BMW i3 наведені на рисунку 1.1.

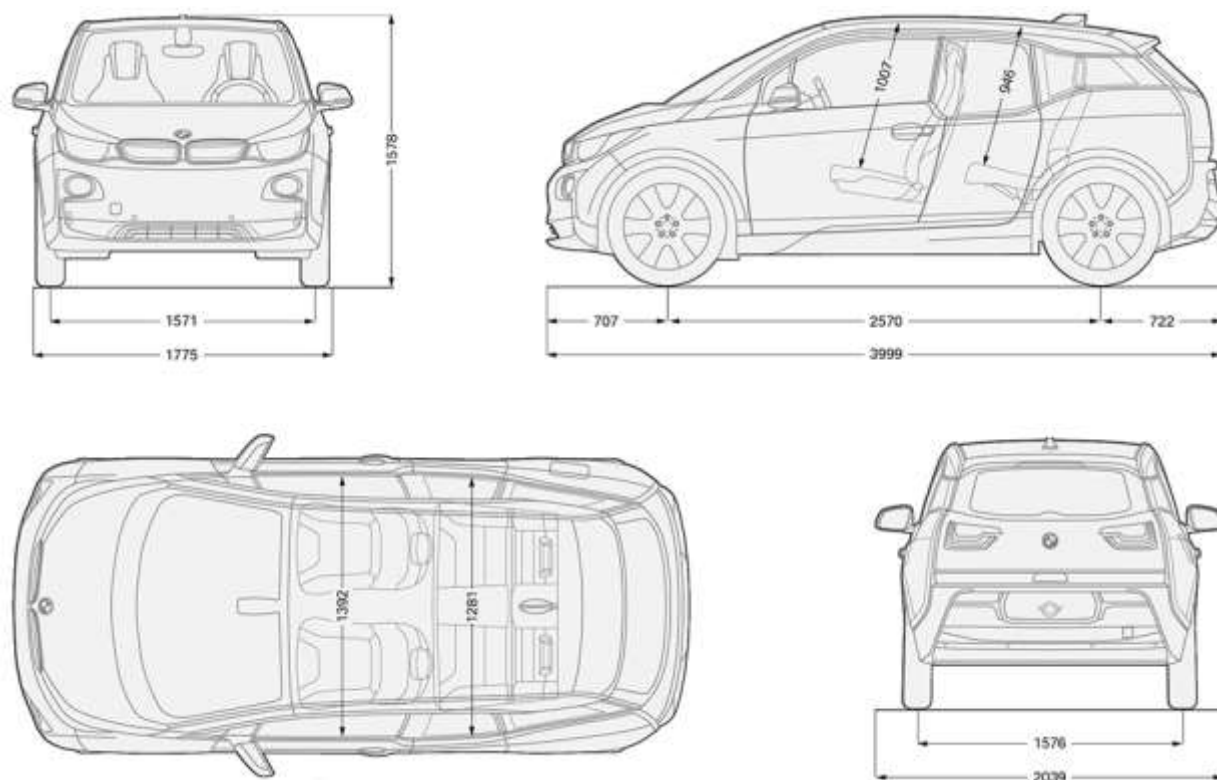


Рисунок 1.1 – Габаритні розміри електромобіля BMW i3

1.3 Аналіз роботи системи електроживлення електромобіля BMW i3

Основними компонентами електрообладнання електромобіля BMW i3 є наступні вузли та системи електроживлення:

- тягова високовольтна акумуляторна батарея (ТАБ);
- інтелектуальний датчик акумуляторної батареї;
- тяговий електричний двигун;
- електронний блок керування (ЕБК) електричним двигуном;
- генератор (відсутній в моделях I01 і I12), що працює від додаткового двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ);
- електронний блок керування (ЕБК) ДВЗ;
- споживачі електричної енергії (різні автомобільні системи: автономна система опалювання, навігація, інше електронне та електричне обладнання).

Ємність ТАБ батареї залежить від використовуваного варіанту електричного двигуна і комплектації автомобіля.

Генератор генерує електричну енергію для заряду ТАБ при працюючому двигуні внутрішнього згоряння. Змінна зарядна напруга регулюється

програмою управління електроживленням в залежності від температури і сили струму шляхом збільшення частоти обертання колінвалу двигуна системою керування DME.

Інтелектуальний датчик акумуляторної батареї (IBS) є мехатронним компонентом з власним мікропроцесором, який контролює стан акумуляторної батареї. Датчик IBS в безперервному режимі вимірює на акумуляторної батареї наступні величини:

- напруга;
- зарядний і розрядний струм;
- температура акумуляторної батареї.

Для передачі даних інтелектуальний датчик акумуляторної батареї по шині Local-Interconnect-Network (шина LIN) підключений до системи управління двигуном.

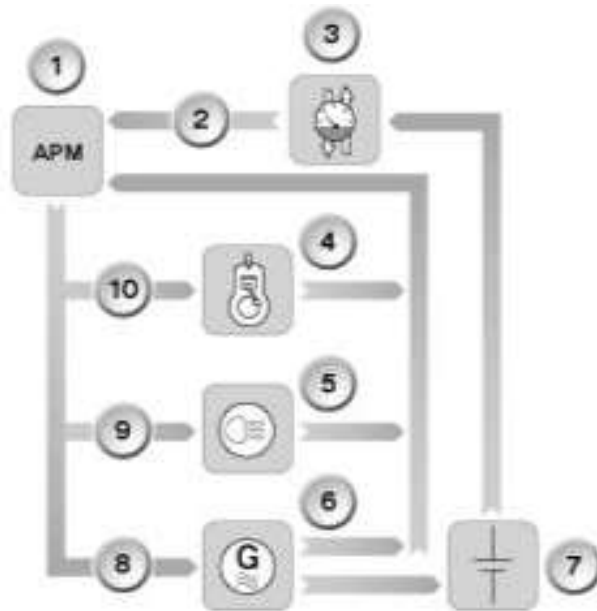
Інтелектуальний датчик акумуляторної батареї (IBS) може бути вбудований в акумуляторну батарею.

ЕБК ДВЗ працює наступним чином. Система управління ДВЗ бере участь в електропостачанні в такий спосіб: при падінні напруги генератора збільшується частота обертання колінвалу двигуна відповідно до необхідного. Програмне забезпечення для цього називається "Управління електроживленням". Напруга перетворювача DC/DC в електромашинній електроніці контролюється програмою управління електроживленням.

Доступні такі системні функції управління електроживленням ("розширена програма управління живленням"):

- зниження споживання потужності або відключення споживачів електроенергії;
- регулювання додаткового електрообігрівача;
- збільшення частоти обертання холостого ходу;
- оптимізація зарядного напруги і напруги бортової мережі;
- розпізнавання незадовільного зарядного балансу потужності.

Для функції ступеня заряду, стану акумуляторної батареї і межі можливості запуску генератора на рисунку 1.3 наведений опис функціонування високовольтної акумуляторної батареї з інтелектуальним датчиком (IBS).



- 1 – додатковий силовий модуль (APM); 2 – дані акумуляторної батареї (струм, напруга і температура); 3 – інтелектуальний датчик акумуляторної батареї (IBS); 4 – двигун;
 5 – споживачі (автомобільні системи); 6 – генератор (G) / перетворювач DC/DC;
 7 – акумуляторна батарея; 8 – введення заданого значення для зарядної напруги;
 9 – зниження споживання потужності або відключення окремих споживачів електроенергії; 10 – збільшення частоти обертання ХХ ДВЗ

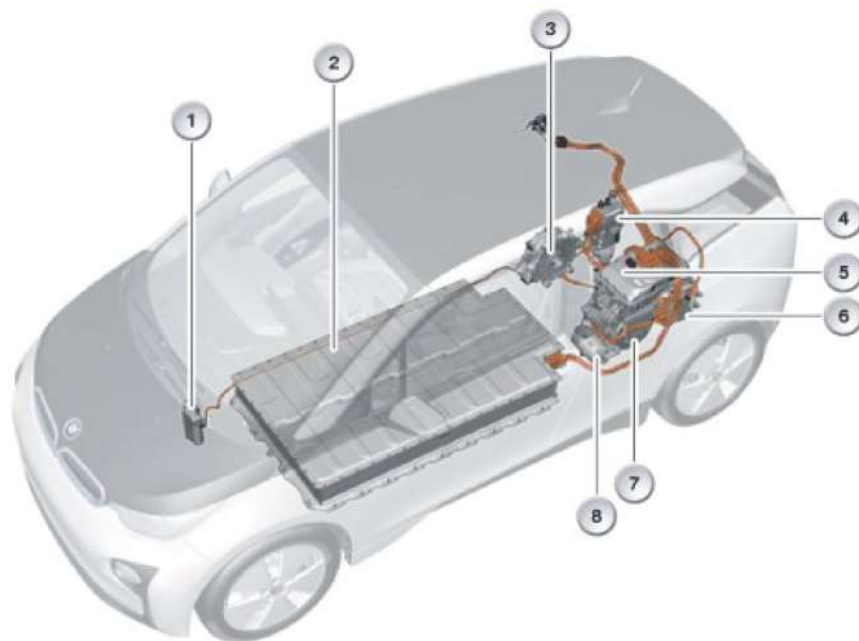
Рисунок 1.3 – Схема функціонування роботи акумуляторної батареї

Додатковий силовий модуль (APM) керує електроживленням та є підсистемою управління електроенергією у електрообладнанні електромобіля BMW i3. Управління електроживленням здійснюється ЕБК. Мета програми управління електроживленням – забезпечити достатній заряд акумуляторної батареї і як можна довше зберегти можливість пуску автомобіля. Система управління електроживленням регулює споживання потужності найважливішими споживачами електроенергії, а також потужність генератора (при його наявності) і заряд акумуляторної батареї під час руху.

Система управління електроживленням управляє зниженням споживання потужності і відключенням окремих споживачів за допомогою запитів (повідомлень), які направляються відповідним ЕБК.

До високовольтної системи відносяться такі електромеханічні системи та комплекси електрообладнання електромобіля BMW i3 (дивись рисунок 1.4):

- блок високовольтної акумуляторної батареї з електронною системою управління накопиченням енергії (SME);
- електронна система управління електромашиною (ЕМЕ);
- електромашина;
- компресор кондиціонера (електричний);
- додатковий електрообігрівач;
- штекер захисту від високої напруги;
- високовольтний роз'єм для зарядки;
- електронний блок електромашини розширювача діапазону (в залежності від оснащення);
- електромашина розширювача діапазону (в залежності від оснащення);
- комфортний електронний заряд (в залежності від оснащення).



- 1 – додатковий електрообігрівач; 2 – високовольтний акумуляторний блок; 3 – розширювач діапазону електромашини; 4 – електронна система управління електромашиною Range Extender (REME); 5 – електронна система управління електромашиною (ЕМЕ); 6 – комфортний електронний заряд (KLE); 7 – електромашина; 8 – електричний компресор кондиціонера

Рисунок 1.4 – Високовольтна система електрообладнання електромобіля BMW i3

1.4 Зарядка високовольтної батареї

Для зарядки електромобіля потрібні додаткові електричні компоненти. В автомобілі потрібні роз'єм для зарядки і силові електронні пристрої для трансформації напруги. Поза автомобіля крім мережі змінної напруги і зарядного кабелю потрібна ще і станція зарядки (наприклад, Wallbox).

Зарядна станція Wallbox має захисну функцію і управляє зарядкою ТАБ. Напруга мережі змінного струму може становити від 110 В до 240 В. Максимальна потужність $P_{\max}$ зарядки теоретично може становити, Вт

$$P_{\max} = U_{\max} \cdot I_{\max}, \quad (1.1)$$

де $U_{\max}$ – максимальна напруга заряду, В;

$I_{\max}$ – максимальний струм заряду, А

$$P_{\max} = 240 \cdot 32 = 7700.$$

Таким чином, максимальна потужність зарядки складає 7,7 кВт.

З урахуванням того, загальна енергоємність ТАБ складає 33 кВт·год , мінімальний час заряду може складати, год

$$t_{\min} = \frac{W_{\max}}{P_{\max}}, \quad (1.2)$$

де $W_{\max}$ – максимальна напруга заряду, кВт·год

$$t_{\min} = 33,2 / 7,7 = 4,3.$$

На практиці для повного заряду тягової акумуляторної батареї потрібно її заряджати від домашньої електричної мережі змінного струму 220 В за час від 7 год до 10 год.

Всі компоненти для зарядки високовольтно́ї батареї електромобіля BMW i3 стандартизовані по частині конструкції і функцій. У країнах Європи діє відповідний стандарт IEC 61851.

ЕС 61851 – це міжнародний стандарт для систем провідного електропостачання електричних транспортних засобів, частина яких в даний час все ще розробляється. IEC 61851 є одним з Міжнародних стандартів електротехнічної комісії для електричних дорожніх транспортних засобів та електричних вантажних автомобілів промисловості, і відповідає за технічний комітет IEC 69 (TC69) [7]. Компоненти для зарядки високовольтно́ї батареї електромобіля BMW i3 працюють в описаних в стандарті режимах.

Для США діє стандарт SAE J1772 [8]. SAE J1772 (IEC Type 1) – це північноамериканський стандарт для електричних роз'ємів для електричних транспортних засобів. Він має офіційну назву "Рекомендована практика SAE Surface Vehicles J1772, електропривод для електроживлення електроприладів". Стандарт SAE J1772 охоплює загальний фізичний, електричний, комунікаційний протокол та вимоги до продуктивності системи електропровідного електричного транспортного засобу та муфти. Мета полягає у визначенні загальної архітектури системи електропроводки електричного транспортного засобу, включаючи експлуатаційні вимоги, а також функціональні та розмірні вимоги до входних та вихідних пристроїв транспортного засобу.

Стандарт J1772 визначає два рівні заряду ТАБ (таблиця 1.4). Комітет SAE J1772 також запропонував роз'єм постійного струму на основі з'єднувача

змінного струму SAE J1772-2009 з додатковими контактами постійного струму та заземлення для підтримки зарядки від 200 В до 450 В постійного струму та 80 А (36 кВт) для рівня постійного струму 1 та до 200 А (90 кВт) для рівня постійного струму 2.

Таблиця 1.4 – Рівні заряду згідно стандарту J1772

Рівень заряду	Напруга, В	Фаза напруги	Піковий струм, А	Пікова потужність, кВт
AC Level 1	120	однофазна	16	1,92
AC Level 2	208	трифазна	48	9,98
AC Level 2	240	однофазна	30	7,20
			32	7,68
			80	19,20

Рівень заряджання 3-го рівня SAE DC не визначений, але стандарт, такий існує, має потенціал для заряджання на напрузі від 200 В до 600 В постійного струму з максимальною струмом 400 А та потужністю 240 кВт.

Описані в стандарті J1772-2009 типи зарядки 1 і 2 можна порівняти з типами зарядки 2 і 3 для країн Європи. Більшість компонентів для зарядки високовольтної батареї відповідають цим стандартам та реалізуються в одному технічному виконанні.

Важливі компоненти для зарядки високовольтної батареї наведені на рисунку 1.5.



1 - мережа змінного струму; 2 – зарядна станція; 3 – зарядний кабель; 4 - роз'єм на зарядному кабелі; 5 – роз'єм для зарядки; 6 – електронна система управління електромобіля (ЕМЕ);
7 - високовольтна ТАБ

Рисунок 1.5 – Компоненти для зарядки високовольтної батареї

В принципі для електромобіля BMW i3, існують 4 різних типів зарядки:

- зарядка змінним струмом потужністю 3,7 кВт (базове виконання);
- зарядка змінним струмом потужністю 7,4 кВт (додаткове обладнання SA4U8);
- комбінована зарядка змінним струмом потужністю 3,7 кВт і постійним струмом потужністю 50 кВт (додаткове обладнання SA4U7);
- комбінована зарядка змінним струмом потужністю 7,4 кВт і постійним струмом потужністю 50 кВт (додаткове обладнання SA4U7 і SA4U8).

2 ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ BMW i3

2.1 Діагностика енергосистеми

Бортова мережа автомобілів за останні роки постійно вдосконалювалася. При цьому зростають вимоги до акумуляторної батареї. Аварійна ситуація, викликана розрядженою акумуляторною батареєю, або проблеми в бортовій енергетичній мережі можуть мати різні причини, які в більшості випадків не відносяться до самої батареї. Тому заміна високовольтної акумуляторної батареї надовго усуває проблему тільки в найбільш рідкісних випадках. Тест-блок з діагностики енергосистеми допомагає в пошуку причини.

Метою діагностики енергосистеми є максимально точне визначення причини несправності. Тест-блок зчитує всі необхідні дані з відповідних ЕБК і після оцінки цих даних видає можливу причину, яка веде до розряду акумуляторної батареї або виникнення проблем в бортовій енергетичній мережі, або загальну інформацію. Обсяг цієї інформації може бути різним.

При наявності декількох можливих причин несправностей вони сортуються по пробігу (остання подія стоїть у списку на першому місці). Приклади: автомобіль не переходить в стан спокою, автомобіль весь час активується або занадто довго були включені стоянкові вогні, тощо.

Загальна інформація може бути показана завжди (результати останніх перевірок струму спокою, інформація про акумуляторну батарею, наприклад, ступеня заряду за останні 5 дн., перевірка акумуляторної батареї (споживання зарядного струму / стартові перешкоди) гістограма стану заряду, середній огляд поїздок, характер стоянок, історія змін тестового модуля).

На підставі одержаної інформації можна вирішити, про причину несправності.

Аварійна ситуація, викликана розрядженою акумуляторною батареєю, або проблеми в бортовій енергетичній мережі не обов'язково вказують на несправність батареї. Різні причини розрядки акумуляторної батареї можна

розділити на дві основні категорії: несправність автомобіля або несприятливі параметри експлуатації.

Несправність автомобіля:

- автомобіль не переходить в режим очікування;
- автомобіль постійно виходить зі стану спокою;
- занадто високий струм спокою при стані спокою;
- поганий зарядний баланс;
- несправність акумуляторної батареї.

Несприятливі параметри експлуатації:

- занадто довго були включені стоянкові вогні або аварійні світлові сигнали;
- занадто довго був включений контакт R або контакт 15;
- тривалий простій;
- середня поїздка не вигідна (експлуатація автомобіля на коротких відстанях);
- часте або тривале включення споживачів струму спокою (наприклад радіоприймача або задньої розважальної системи), яке також може бути причиною перешкоди до переходу в стан спокою і підвищеного споживання струму.

Проведемо дослідження даних з діагностичного блоку автомобіля, що аналізуються та зчитуються.

Аналізовані дані це зокрема інформація з запам'ятовуючого пристрою помилок в центральному міжмережевому перетворювачі або з запам'ятовуючого пристрою помилок при діагностиці управління контактами. Центральний міжмережевий перетворювач контролює стан автомобіля, реєструє перешкоди до переходу в стан спокою або несанкціоновані активації. Він посилає команду на скидання або відключення контакту 30F.

Запам'ятовуючий пристрій помилок і діагностичний запит в управлінні контактами аналізує наступні дані:

- перезапуск або відключення контакту 30F;

- перешкода перезавпуску або відключення контакту 30F (умови не виконані);
- граничне значення можливості пуску досягається при включеному контакті 15 або 30В;
- запис в запам'ятовуючий пристрій несправностей при автоматичному відключенні контакту 15 або 30В через досягнення граничного значення можливості пуску;
- історія останніх збільшень інерційних фаз роботи контакту 30В (споживачі струму спокою);
- історія останніх причин пробудження.

В запам'ятовуючий пристрій історії енергосистеми записується різна інформація, яка може допомогти при пошуку причин проблем з бортовою енергетичною мережею. Інформація, збережена в запам'ятовуючому пристрої історії енергетичної системи, це зокрема:

- огляд поїздок за останні 5 тижнів. Огляд поїздок зберігається в пам'яті історії електроживлення за допомогою 6 наборів даних. Кожен набір даних містить наступну інформацію: час початку реєстрації набору даних, пройдений шлях в км під час реєстрації, кількість поїздок на різних ділянках;
- новий набір даних запускається, коли часовий інтервал між поточним часом і часом початку реєстрації поточного набору даних перевищує 7 дн. Таким чином, проміжок часу аналізу становить, як правило, приблизно 35 дн., якщо тільки автомобіль не знаходився в режимі спокою більшу кількість часу;
- старий набір даних перезаписується, як тільки все 6 наборів даних в пристрої заповнюються;
- максимальне число активізацій протягом періоду спокою (контакт R виключений) за відповідні останні 5 тижнів.

Система управління двигуном або система EDME зберігає різні діагностичні дані, які використовуються при діагностиці електроживлення:

- результати останніх 24 перевірок струму спокою;
- остання зареєстрована заміна акумуляторної батареї;

- ступінь заряду ТАБ за останні 5 дн.;
- пробіг за останні 5 дн.;
- час і тривалість останніх 4 обмежень або відключення споживачів струму;
- дані вимірювань для контролю стану акумуляторної батареї з розширеним інтелектуальним датчиком акумуляторної батареї: Розпізнавання несправних елементів акумуляторної батареї, залишкова ємність.

Проведемо дослідження пам'яті помилок в системі керування двигуном та в EDME. Система управління двигуном або система EDME зберігає код помилки при перевищенні струму спокою, глибокому розряді акумуляторної батареї і обмеження або відключення споживачів струму.

Запам'ятовуючий пристрій помилок в системі управління світлом працює наступним чином. При вимкненому контакті R система управління світлом вимикає стоянкові або паркувальні вогні, якщо вимірювана напруга в бортовій мережі нижче 10,6 В протягом мінімум 2 хв. При відключенні в запам'ятовуючому пристрої несправностей записується відповідний код несправності.

При утрудненому переході в стан спокою або несанкціонованої активації послідовно проводяться різні заходи, такі, як відключення контактів, щоб не допустити глибокого розряду акумуляторної батареї і забезпечити можливість пуску автомобіля.

Порушення переходу в стан спокою наведено на рисунку 2.1, пояснення до рисунку зведені до таблиці 2.1

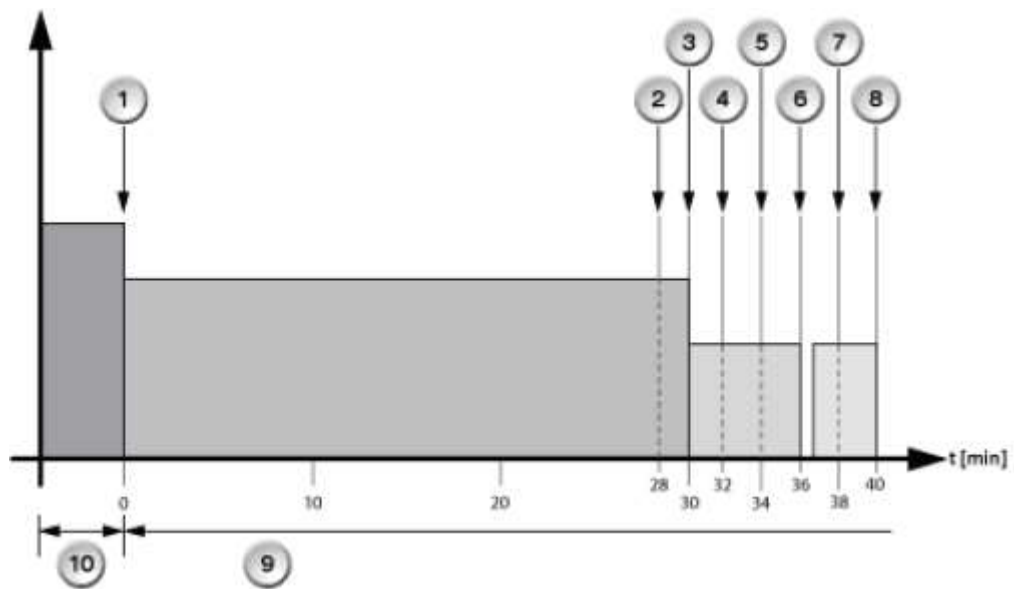


Рисунок 2.1 – Порушення переходу в стан спокою

Таблиця 2.1 – Порушення переходу в стан спокою

	Пояснення
1	Контакт R включений
2	Реєстрація споживача або споживачів в модулі центрального мережевого перетворювача за 2 хв перед відключенням контакту 30В
3	Відключення контакту 30В (при відчиненому автомобілі або відкритій кришці багажника, 30 хв після відключення контакту R)
4	Через 2 хв після вимкнення контакту 30В: Реєстрація споживача або споживачів в центральному міжмережевому перетворювачі. Центральний міжмережевий перетворювач відправляє команду відключення живлення
5	Через 2 хв після команди на відключення живлення: Реєстрація споживача або споживачів в центральному міжмережевому перетворювачі. Центральний міжмережевий перетворювач запитує скидання контакту 30F
6	Через 2 хв після запиту модуль центрального мережевого перетворювача блоку управління контактами здійснює скидання контакту 30F
7	Через 2 хв після команди на відключення живлення: реєстрація споживача або споживачів в центральному міжмережевому перетворювачі. Центральний міжмережевий перетворювач запитує скидання контакту 30F
8	Через 2 хв після запиту модуль центрального мережевого перетворювача блоку управління контактами здійснює скидання контакту 30F
9	Після виключення контакту R автомобіль не перейшов в стан спокою
10	Контакт R включений, зв'язок по шинам активний

Необґрунтована активізація наведена на рисунку 2.2, пояснення до рисунку зведені до таблиці 2.2

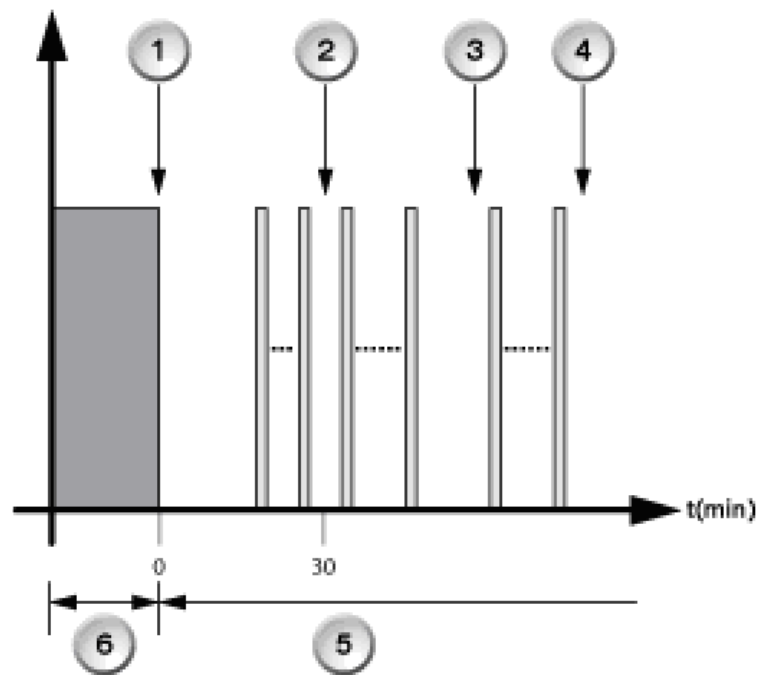


Рисунок 2.2 – Необґрунтована активізація

Таблиця 2.2 – Необґрунтована активізація

	Пояснення
1	Контакт R включений
2	Відключення контакту 30В (при відчиненому автомобілі або відкритій кришці багажника, 30 хв після відключення контакту R)
3	Після відключення контакту 30В центральний міжмережевий перетворювач реєструє 5 разів однакову причину пробудження або 16 активацій. Потім центральний міжмережевий перетворювач запитує скидання контакту 30F. Блок управління контактами здійснює скидання контакту 30F
4	Після скидання контакту 30F центральний міжмережевий перетворювач реєструє активацію, яка вже сталася; або зареєстрував 16 активацій з моменту відключення контакту 30В. Потім центральний міжмережевий перетворювач запитує відключення контакту 30F. Блок управління контактами відключає контакт 30F
5	Несанкціонована активізація автомобіля після виключення контакту R
6	Контакт R включений, зв'язок по шинам активний

ВИСНОВКИ

Проект BMW і створений для розробки екологічно чистих міських автомобілів для задоволення потреб надійності, і стійкості спеціально для жителів мегаполісів. Повністю електричний BMW i3 – перший серійно вироблений автомобіль в світі, який розроблявся на кожному етапі з урахуванням вимог екологічності.

Проведено дослідження електрообладнання електромобіля BMW i3, проаналізовані його технічні характеристики та принцип роботи системи електроживлення, розглянуті питання зарядки високовольтної акумуляторної батареї.

У курсовій роботі проведено дослідження та діагностика електричних систем та комплексів електромобіля BMW i3 таких як енергетична система (система електроживлення, акумуляторна батарея з контролером керування, системи заряду, тощо).

В електромобілях BMW i3 є додаткова високовольтна бортова мережа, на яку поширюються особливі правила техніки безпеки. Будь-які роботи на обладнанні, що перебувають під високовольтною напругою та їх компонентах категорично заборонені. Щоразу перед початком робіт на високовольтній системі вона повинна бути знеструмлена і повинні бути вжиті заходи проти її випадкового включення.

ВИСНОВКИ

Натурні випробування підтвердили ефективність використання векторного керування в частотних перетворювачах тягового електроприводу. Завдяки чому подовжує пробіг на одному заряді, тобто енергоефективність підвищилась. При потребі більш високих потужностей розроблена система яка легко масштабується от кіловат до сотень кіловат, за принципом зміщенні центру тяжіння.

Застосування літій-іонних батарей дозволяє суттєво підвищити удільну щільність зберігання енергії в АКБ. В наслідок чого доля корисного навантаження підвищується. Є ціль цього питання в напрямку суперконденсаторів. Літієві комірки які застосовуються практично не потребують технічного обслуговування.

Відпрацьовані батареї, що втратили номінальну ємність не представляють загрози для екології тому що їх в подальшому можна використовувати як стаціонарні буферні накопичувачі енергії, в житлових приміщеннях або іншого призначення. В наслідок високої вартості паливно-мастильних матеріалів використання електроенергії представляється нам більш перспективним, з точки зору економічних показників.

Ємності батареї (3,6 кВт) хватає на більш розповсюджені операції. Що потребують довготривалої роботи без підзарядки. Час повної зарядки батареї складає 3,5 години. Завдяки особливостям характеристик електроприводу на базі нього легко створюються мобільні систем з автопілотом.

Система на 20% ефективніша своїх аналогів, що є хорошим результатом.

Область застосування (з вимогою – без вихлопних газів):

- транспортування пасажирів і вантажів: на базах відпочинку, санаторіях, в закритих приміщеннях (вокзалах, супермаркетах, промислових підприємствах);

- с/г підприємства: пташники, тваринницькі ферми, теплиці та інші закриті приміщення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кенио Т., Нагамори С. Двигуни постійного струму з постійними магнітами. М.: Енергоатомиздат. 1989 р. - 184 с.
2. Новиков Г. В. Частотное управление асинхронными двигателями. Москва. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016 – 498 с. страница 37
3. Кочетков В.П., Бражников А.В., Дубровский І.Л. Теорія електропривода. - Красноярськ: Видавництво Крпи, 1991. - 140 с.
4. Москаленко О. Вісім екологічних проблем України. 2011. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/235280/visim-ekologichnyh-problem-ukrayiny> (дата звернення: 13.12.2018).
5. Енергозбереження засобами електроприводу. 2013. URL: http://4exam.info/book_152_glava_49_5.1._Energozberezhennja_zasobami_elektroprivodu.html (дата звернення: 13.12.2018).
6. Виставка Електротранс. 2019. URL: <http://www.electrotrans-expo.ru> (дата звернення: 24.10.2019).
7. Електричний привід. 2019. URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Электрический_привод (дата звернення: 24.10.2019).
8. Що таке електропривод. 2008. URL: <http://elprivod.nmu.org.ua/ua/entrant/electricdrive.php> (дата звернення: 25.10.2019).
9. Регульований електропривод як засіб енергозбереження. 2014. URL: <http://electricalschool.info/econom/1283-reguliruemyyj-jelektroprivod-kak.html> (дата звернення: 26.10.2019).
10. Електромобіль. 2018. URL: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Электромобиль> (дата звернення: 28.10.2019).