

## Лекція 1

# ЕЛЕКТРОННЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ

## ВСТУПНА ЛЕКЦІЯ

Історія появи електричного і потім електронного обладнання в автомобілі почалася на стику 19 і 20 століть. Паралельно відбувався розвиток електротехніки, радіотехніки й електроніки, що неминуче позначалося і на автомобільному обладнанні.

На початку 20 століття, коли почала розвиватися автомобілізація були приблизно рівними частками представлені автомобілі з паровим двигуном, з електричним двигуном і з ДВЗ. Причому в деяких великих містах США в якості таксі домінували електромобілі. Це відбувалося тому, що співпало кілька сприяють цьому чинників. Основним видом транспорту були візники, вони заповнювали майже всі вулиці і формували швидкісний режим транспортного потоку, середня швидкість якого була 15- 20 км / год. Електромобілі на основі свинцевих акумуляторів і колекторних електродвигунів в таких умовах були цілком конкурентоспроможні. Крім того, міська влада, стурбовані проблемою вивезення з вулиць міста кінського гною, створювали податкові пільги для них, а також на деяких стоянках таксі були безкоштовні розетки мережі постійної напруги для зарядки акумуляторів під час очікування пасажирів. У той час в містах США конкурували мережі постійного і змінного струму напругою 110В, і ця обставина була одним з аргументів прихильників мереж постійного струму. Таким чином, низька швидкість і малий пробіг електромобілів тих років не були великою проблемою для таксі. Крім того, електромотори тоді були простіше і надійніше бензинових і парових двигунів, були тихіше і не диміли і, головне, у них не було проблем з запуском двигуна і вони були готові їхати негайно.

Однак на замських дорогах бензинові автомобілі були поза конкуренцією, тому що мали велику швидкість і мали великий пробіг на одній заправці. У міру того, як автомобілі з ДВЗ удосконалювалися, а через масового випуску ціна їх зменшувалася, вони швидко витіснили електромобілі і парові автомобілі. Тому електрообладнання автомобілів далі довгий час розвивалося стосовно автомобілів з ДВЗ.

На автомобілях з ДВЗ електрична система запалювання з'явилася відразу, як тільки були створені перші газові ДВЗ. На перших ДВЗ була батарейна система запалювання (СЗ), потім з'явилася СЗ з магнето. Після електричного запалювання на автомобілях почалося впровадження електричного стартера і електричного освітлення дороги. Це зажадало мати на борту акумулятор і генератор постійного струму для його зарядки. У цей час сформувався стандарт напруги в бортсеті автомобіля 6В. Ця напруга забезпечував простий трехбаночний свинцевий акумулятор і ця напруга дозволяло мати в автомобільних лампах товсту нитку розжарювання, що в умовах постійної тряски подовжувало час життя тих лампочок. З'явилася можливість на автомобілі встановлювати лампи габаритів, стоп-сигналів, поворотів. Згодом додалися електричні звукові сигнали, склоочисники. В автомобілях з'явилися додаткові зручності: електросклопод'ємник, підігрів стекол, дзеркал, керма і сидінь, регульований вентилятор обігрівача, а згодом і кондиціонер. У 30-ті роки з'явилися радіоприймачі. З появою великої кількості споживачів стало актуальним підвищення напруги бортсеті до 12В, що також покращило роботу контактної батарейної системи запалювання.

У 50-х - 60-х роках почалася напівпровідникова революція в електронній техніці. Починаючи з 60 - 70 років 20 століття почалося впровадження електронного обладнання в автомобільну техніку, що дозволило поліпшити споживчі якості автомобілів. Однією з основних завдань вдосконалення автомобіля в ті роки була задача підвищення надійності автомобіля. Першим кроком в цьому напрямку була поява в автомобілі трифазних кремнієвих

мостів, це були напівпровідникові випрямлячі, вбудовані в генератори змінного струму, що дозволило підвищити потужність і надійність генератора, знизити його вагу і габарити, спростити обслуговування. Далі зусилля були спрямовані на систему запалювання. Контактна система запалювання була однією з найбільш проблематичних систем в автомобілі і вимагала багато часу на обслуговування, оскільки часто була причиною відмов у роботі ДВЗ. Контакти замінили електронним ключем, і, пізніше, ввели електронне управління цим ключем з більш точним визначенням оптимального кута випередження запалювання. В якості електронного ключа спочатку використовували біполярні транзистори, потім транзистори Дарлінгтона, але вони були недостатньо стійкими щодо електричного пробоя і до теперішнього часу системи запалювання перейшли на електронні ключі на IGBT транзисторах (біполярних транзисторах з ізольованим затвором), які, як правило, безвідмовно працюють весь термін служби автомобіля. Вдалося також відмовитися від ненадійного високовольтного розподільника запалювання, поставивши на кожен свічку окремий ключ і котушку запалювання. Кут випередження запалювання спочатку регулювався механічними відцентровим і вакуумним регуляторами, але вони вимагали регулювання і обслуговування. Були на частини автомобілів аналогові електронні регулятори, але їх функції незабаром стали виконувати цифрові системи запалювання, які враховують більше факторів для оптимального моменту запалювання. Такі системи запалювання стали поєднувати з цифровим електронним системою впорскування. Електронний цифровий система впорскування замінила карбюратор на бензинових автомобілях, який також доставляв багато неприємностей власникам автомобілів, оскільки часто готував неоптимальну суміш бензину з повітрям. Через це мали місце, підвищена витрата бензину, труднощі з запуском двигуна і інші проблеми. Електронна система управління двигуном (ЕСКД) взяла на себе також і інші функції управління двигуном (підтримання температури охолоджуючої рідини, управління тахометром, спідометром, абсорбером і т.д.). Аналогічні

функції системи живлення були реалізовані і в сучасних дизельних автомобільних двигунах (системи Common Rail). Система впорскування Common Rail є сучасною системою впорскування палива дизельних двигунів. Робота системи Common Rail заснована на подачі палива до електричних форсунок від загального акумулятора високого тиску - паливної рампи (Common Rail в перекладі загальна рампа).

ЕСУД також виконує функцію діагностики параметрів і систем двигуна, попереджаючи водія про несправності, полегшує пошук несправностей при ремонті автомобіля. Основні елементи ЕСУД вперше розроблені фахівцями фірми Bosch.

Крім ЕСУД в сучасному автомобілі електронні пристрої в сучасному автомобілі виконують управління багатьма іншими системами і пристроями.

Електронні системи управління гальмівними механізмами. Антиблокувальна система ABS (Anti-lock Brake System) запобігає блокуванню коліс автомобіля при різкому гальмуванні або на слизькій поверхні. ESP - електронна система курсової стійкості, ESP (Electronic Stability Program - «програма електронної стабілізації»). TCS - Traction Control System. Ця система дозволяє уникнути пробуксовки коліс автомобіля в момент, коли одне колесо обертається швидше за інше, система автоматично визначає це і пригальмовує його для відновлення зчеплення з дорогою. EBD - електронна система розподілу гальмівних сил, EBD (Electronic Brake Distribution) покращує ефективність гальмування, змінюючи співвідношення гальмівних сил між передніми і задніми колесами при зміні завантаження автомобіля. Так само, ця система перерозподіляє гальмівні зусилля на правих і лівих колесах при гальмуванні в поворотах, що допомагає зберегти курсову стійкість. Brake Assist - підсилювач екстреного гальмування Система Brake Assist скорочує гальмівний шлях при панічному гальмуванні, коли водій натискає на педаль гальма швидко, але з малим зусиллям. Brake Assist миттєво збільшує тиск в гальмівній системі, не чекаючи від водія повного натискання на педаль. Це

дозволяє машині трохи раніше почати гальмування з більшою ефективністю. У сучасних автомобілях широко застосовують електронні системи управління трансмісією. Розвиток «електронних» автоматичних коробок передач (АКПП) привело до появи адаптивних коробок передач. Розробляються алгоритми управління стають все більш інтелектуальними, що призводить до появи нових якостей в тих же самих з механічної точки зору трансмісіях. Бортовий комп'ютер стежить за манерою і особливостями управління водія і підлаштовує роботу коробки передач і двигуна відповідним чином.

Tiptronic - це система управління роботою АКПП, в якій поряд з автоматичним передбачений і напівавтоматичний режим управління, при якому команду на перемикання передач дає водій, а якість цих перемикань забезпечує система управління. Залежно від виробника цей режим може мати різні назви (Autostick, Steptronic, Tiptronic), реалізується він тільки на автомобілях, що мають електронну систему управління АКПП,

Роботизована коробка передач DSG (Direct Shift Gearbox) є в даний час найдосконалішою автоматизованою коробкою, яка встановлюється на масові моделі легкових автомобілів. Коробка DSG забезпечує перемикання передач без розриву потоку потужності, що значно підвищує її споживчі якості в порівнянні з іншими «роботами». Безперервна передача крутного моменту від двигуна до ведучих коліс досягнута за рахунок застосування двох зчеплень і відповідних їм двох рядів передач. Коробка передач DSG має шестиступінчасту і семиступінчасту конструкції. Семиступінчаста коробка (крутний момент до 250 нм) встановлюється на легкові автомобілі В, С і деякі моделі D класу. Шестиступінчаста коробка передач передає крутний момент до 350 нм і встановлюється на більш потужних машинах.

Варіатор (варіаторная коробка передач) є безступінчатим коробкою передач, тобто забезпечує в заданому діапазоні плавну зміну передавального

числа. Основне переваги варіатора в порівнянні з іншими коробками полягає в ефективному використанні потужності двигуна за рахунок оптимального узгодження навантаження на автомобіль з оборотами колінчастого вала, тим самим досягається висока паливна економічність. Варіаторная коробка передач має загальновізане назва (аббревіатуру) CVT - Continuously Variable Transmission (в перекладі - постійно змінюється трансмісія). В силу особливостей конструкції варіаторная передача не може забезпечити реверсивного руху. Для здійснення руху заднім ходом в коробці передач застосовуються додаткові механізми. В якості такого механізму зазвичай виступає планетарний редуктор. На варіаторной коробці передач застосовується, електронна система управління, яка виконує наступні функції:

- здійснення синхронного зміни діаметра шківів варіатора відповідно до режимів роботи двигуна;
- управління зчепленням;
- забезпечення роботи планетарного редуктора.

Роботизована коробка передач (інше найменування - автоматизована коробка передач, повсякденна назва - коробка-робот) являє собою механічну коробку передач, в якій функції виключення зчеплення і перемикання передач автоматизовані. Автоматизація цих функцій стала можливою за рахунок застосування в управлінні коробкою електронних компонентів. Роботизована коробка передач поєднує в собі комфорт автоматичної коробки передач, надійність і паливну економічність механічної коробки передач. При цьому «робот» в більшості своїй значно дешевше класичної АКПП. Електронні системи, які називаються «круїз контроль» забезпечують підтримку заданої швидкості без участі водія, він може зняти ногу з педалі акселератора. Якщо знадобиться знизити або підвищити швидкість автомобіля, водію треба натиснути педаль гальма або газу і автомобіль автоматично перейде на режим управління швидкістю водієм. Багато сучасних автомобілів мають так званий

«адаптивний круїз контроль», коли система за допомогою радара визначає, що відстань до автомобіля, що їде попереду автомобіля скорочується і тоді система знижує швидкість, щоб зберегти дистанцію. При необхідності система може зупинити автомобіль.

Системи освітлення та сигналізації сучасних автомобілів все частіше використовують світлодіодні джерела світла, які зазвичай працюють з електронними імпульсними стабілізаторами струму. Крім того в багатьох автомобілях для головного світла використовують газорозрядні лампи, для яких необхідні електронні перетворювальні блоки, що живлять газорозрядні лампи напругою близько 70 вольт і забезпечують для них підпалює імпульс в кілька кіловольт.

Електронні вузли є в системах клімат-контролю, які підтримують задану температуру в салоні, в системі парктроник, в системах виведення на багатофункціональний дисплей зображення з камери заднього (іноді і переднього) виду, що допомагає при тісній парковці.

У сучасних автомобілях встановлюють системи позиціонування (автомобільні навігаційні системи), які на екран виводять карти з положенням машини і допомагають побудувати маршрут руху, що включає забезпечення водія картою, обчислення відстані і знаходження шляху до місця призначення, визначення і відображення на карті оптимальних маршрутів, голосові вказівки і показ на дисплеї поворотів і перехресть. В рамках лекційного курсу ми розглянемо принцип роботи супутникових систем позиціонування, відзначимо особливості різних супутникових систем, способи підвищення точності визначення місцеположення, в тому числі досягнення можливості визначення знаходження автомобіля на необхідній смузі багатосмугової магістралі.

Загальноєвропейська система екстреного реагування при аваріях eCall і російська державна система «Эра-ГЛОНАСС» - засновані на системах

позиціонування в поєднанні з стільниковими системами. Також системи позиціонування і стільникові системи застосовують при пошуку викрадених автомобілів.

Важливим елементом сучасного автомобіля є системи забезпечення безпеки при аварійних ситуаціях. До них відносяться системи забезпечують спрацьовування подушок безпеки при аваріях, системи аварійного відключення подачі палива, звукове та світлове попередження про необхідність пристебнути ремені безпеки і т.д.

Більшість сучасних автомобілів містять бортовий комп'ютер, який допомагає отримати водієві багато корисної інформації: миттєвий і інтегральний витрати палива, можливий пробіг на залишку палива в баку, візуальні і голосові попередження про перевищення швидкості, вихід за межі нормальної температури охолоджуючої рідини, різних несправності автомобіля і т.д.

Бортовий комп'ютер, ЕСУД і багато інших електронних пристроїв автомобіля працюють на основі мікроконтролерів (мікропроцесорів), їх структуру, їх складові, основні принципи роботи ми розглянемо в лекційному курсі

Численні мікроконтролери взаємодіють між собою і з зовнішнім діагностичним обладнанням за допомогою CAN-шини (Area Network Controller), яка є надійним стандартизованим засобом, розробленим для спілкування мікроконтролерних пристроїв один з одним в додатках без головного комп'ютера. Це засіб для передачі повідомлень на основі протоколу, призначеного спочатку для мультиплексної електропроводки в автомобілях, яка в багатьох автомобілях застосовувалася спочатку щоб заощадити на міді, але згодом протокол став використовуватися також у багатьох інших цілях. Мультиплексна проводка знижує також вага автомобіля і дозволяє легко організувати багато додаткових корисних функцій, наприклад, відключення



непотрібних споживачів електроенергії (освітлення салону, радіоприймача і ін.), Короткочасна підсвічування дороги фарами, коли водій залишає машину в темному гаражі і т.д.

В курсі електронного та електричного обладнання ми розглянемо також особливості тягового електроприводу, а також інших електричних та електронних вузлів гібридних автомобілів і електромобілів, розглянемо особливості експлуатації таких автомобілів.

На закінчення розглянемо шляхи розвитку і перспективи електронного та електричного обладнання автомобілів.

Вивчати курс будемо в такій послідовності.

Тема 1. Введення. Предмет і завдання вивчення дисципліни. Історія і етапи розвитку електричного та електронного обладнання автомобілів.

Тема 2 «Система енергопостачання автомобіля»

Свинцево-кислотні акумулятори. Акумулятори гібридних автомобілів і електромобілів.

Тема 3. Автомобільні генератори,

Регулятори напруги.

Тема 4. Система пуску автомобіля. Системи полегшують пуск. . Системи «старт-стоп».

Тема 5. Система запалювання автомобіля. Електронні блоки системи харчування двигуна.

Тема 6. Електронна система управління двигуном. Функціональна схема. Датчики системи.

Виконавчі пристрої системи. Принцип роботи мікроконтролера системи. Самонавчання системи. Колодка діагностики та коди помилок системи.

Система OBD-2.

Тема 7. Система освітлення і сигналізації

Тема 8. Комутаційне і захисне обладнання. Інформаційно-вимірювальна система автомобіля. CAN-шина.

Тема 9 Електропривод допоміжного обладнання автомобіля

Тема 10. Електронна система управління гальмівними механізмами. Електронна система управління трансмісією. Круїз контроль.

Тема 11. Електронне обладнання салону. Системи позиціювання.

Тема 12. Електромобілі та гібридні автомобілі.

Напрямки розвитку сучасного електричного та електронного обладнання автомобілів.

### **Рекомендовані джерела інформації**

#### **1. Базова література**

1. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. – М.: «За рулем», 2004 г.
2. Бронштейн М.И. Электронное управление двигателем, трансмиссией, ходовой частью автомобиля. Учебное пособие. – Харьков. ХГАДТУ: 2001 г.
3. Росс Твег. Системы впрыска топлива ВАЗ/ М. За рулем, 2006г.
4. Громаков Ю.А. Технологии определения местоположения в GSM и UMTS. М. ЭКОТРЕНДЗ, 2005.
5. Бажинов О.В. Автомобільні гібридні силові установки: монографія / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко. – Харків:, 2016. – 186 с.

#### **2. Допоміжна література**

1. Василевский В.И., Купеев Ю.А. Автомобильные генераторы./ М. «Транспорт», 1978 г.
2. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей (4-е издание), М. 2006

3. Росс Твег. Системы зажигания легковых автомобилей/ М. За рулем, 1997г.

4. Соснин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН – Пресс., 2005. – 240 с.

5. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность): курс лекций / И.Е. Овчинников. – СПб.: Корона-Век, 2006. – 336 с

### **3. Інформаційні ресурси**

1. Все об мобильной энергии. [Электронный ресурс]. – Особенности зарядки последовательных аккумуляторов. – Режим доступа: // <http://mobipower.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=293>
2. Калачев Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.privod-ews.ru/docs/Vector\\_Kalachev.pdf](http://www.privod-ews.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf)
3. Конспект лекцій з дисципліни «Елементна база електронних пристроїв» / Дзюбенко О.А. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.khadi.kharkov.ua>
4. Touareg с гибридным силовым агрегатом Устройство и принцип действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vwts.ru/vw/touareg2/touareg\\_hybrid\\_rus.pdf](http://vwts.ru/vw/touareg2/touareg_hybrid_rus.pdf).
5. Светодиоды против галогенок — спецтест  
<https://www.zr.ru/content/articles/911698-svetodiody-protiv-galogenok/>