

- Система керування асинхронним двигуном є декілька складнішою в частині математичного апарату в складі системи керування.
- Конструкція асинхронного двигуна максимально проста та надійна в експлуатації.
- Використання асинхронних двигунів з частотним перетворювачем в тяговому електроприводі транспортних засобів має перспективи розвитку.

### **Література**

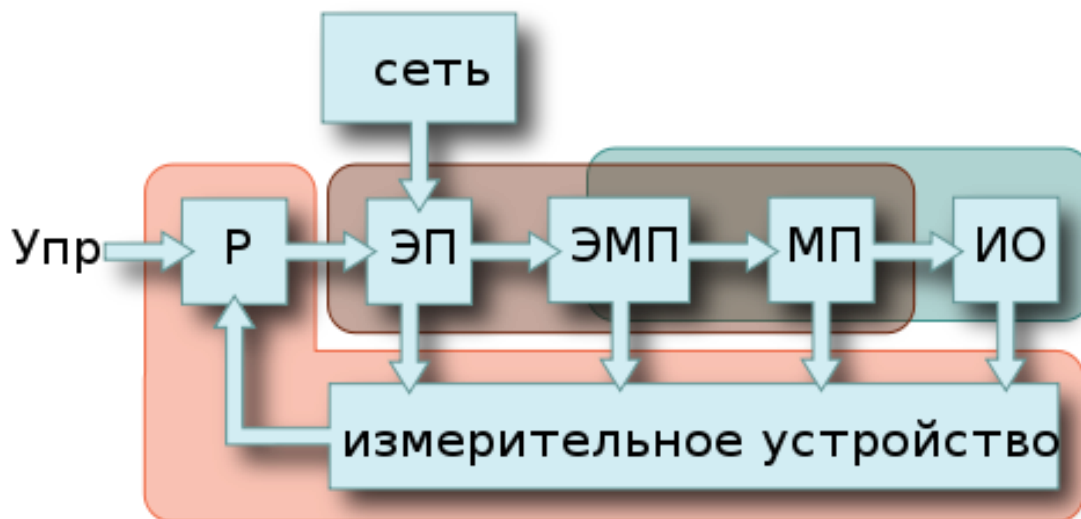
1. Асинхронний двигун <https://formula.kr.ua/teoriya-z-predmetu-elektrotehnika/shcho-take-asykhronnyi-dvyhun-budova-ta-pryntsyp-dii-teoriia.html>
2. Дизель-Гібрид Mercedes Benz  
[http://www.autoweek.com.ua/useful/mercedes\\_300](http://www.autoweek.com.ua/useful/mercedes_300).
3. Вентильний електропривід [https://studopedia.su/10\\_83444\\_ventilniy-elektroprivod-epb.html](https://studopedia.su/10_83444_ventilniy-elektroprivod-epb.html).

Серікова Ірина Олексіївна, к. т. н., доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Ходак Сергій Сергійович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, georgy301212@gmail.com

### **РОЗРОБКА ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ СУЧАСНОГО МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

Перспективи розвитку транспортної інфраструктури сучасного міста визначаються розвитком електричного транспорту, що має явні переваги. До міського транспорту відносяться: засоби для перевезення пасажирів в межах міста та неподалік від нього (потяг, метро, трамвай, тролейбус, автобус), приватні засоби пересування (автомобіль, скутер, велосипед). Всі ці транспортні засоби можуть використовувати електричний привід з метою досягання екологічних та економічних цілей. Тенденція розвитку цих приводів торкнулася майже всіх технологічно розвинених країн.

Електропривод визначається як електромеханічна система, що складається з перетворювачів електроенергії, електромеханічних і механічних перетворювачів, які керують, і інформаційних пристроїв та пристроїв сполучення з зовнішніми електричними, механічними інформаційними системами, призначена для приведення в рух виконавчих органів робочої машини і управління цим рухом з метою здійснення технологічного процесу (рисунок 1).



Регулятор (Р) призначений для управління процесами, що протікають в електроприводі. Електричний перетворювач (ЕП) призначений для перетворення електричної енергії мережі в регульовану напругу постійного або змінного струму. Електромеханічний перетворювач (ЕМП) - двигун, призначений для перетворення електричної енергії в механічну. Механічний перетворювач (МП) може змінювати швидкість обертання двигуна. Упр - керуючий вплив. ІО - виконавчий орган. Функціональні частини: силова частина або електропривод з розімкненою системою регулювання; механічна частина; система управління електроприводу.

Рисунок 1 - Функціональні елементи електроприводу

Поряд із забезпеченням надійної комутації особливу увагу заслуговує проблема запобігання кругового вогню на колекторі тягового електродвигуна (ТЕД). Основними критеріями, що визначають потенційну надійність ТЕД є середня напруга між суміжними колекторними пластинами, максимальна міжламельна напруга та її величина 70 В/см на одиницю довжини окружності, середній градієнт потенціалу в зоні від краю щітки до набігаючого краю головного полюса [1].

В якості основи тягового приводу найчастіше використовується асинхронний двигун. Застосування рідинного охолодження двигуна - ефективніше. Але слід врахувати, що в автомобілях Tesla застосовується рідинне охолодження замість повітряного і «біляча клітка» ротора виконана з міді замість алюмінію. Людство вже застосувало всі типи електричних машин в тязі, але, поки не було відповідних електричних перетворювачів, очевидний вибір був зроблений на користь електроприводу постійного струму з послідовним збудженням. З появою повністю керованих напівпровідникових ключів в транспорті стали з'являтися нові типи електроприводів. Можна виділити чотири основні типи двигунів і приводів нового покоління: асинхронний (АД), синхронний з постійними магнітами (СДПМ), вентильно-індукторний (ВІД), вентильно-індукторний з незалежним збудженням (ВІДСНЗ). Друге життя отримують електроприводи постійного струму, якщо до них додати досконалий силовий перетворювач. Вважається, що тягова характеристика двигуна постійного струму з послідовним збудженням є

характеристикою з постійністю потужності, проте це не так. Зі зменшенням струму збудження зменшується струм якірного кола, і залежність моменту виходить обернено пропорційною квадрату швидкості. Застосування ж силових перетворювачів дозволяє побудувати систему управління з роздільним регулюванням струмів обмотки збудження і якірного кола і відносно простим способом отримати не тільки характеристики з постійністю потужності, але і режим рекуперативного гальмування, в який можна потрапити практично миттєво без реверсу струму збудження релейно-контакторних обладнанням [2].

Відзначимо, що зі збільшенням потужності двигунів, що застосовуються в автобусах, експертні оцінки двигунів з постійними магнітами погіршуються за показниками керованості (необхідна для забезпечення високого ККД двигуна частота комутації інвертора повинна перевищувати 16 кГц, що на даному етапі розвитку силової електроніки веде до значного завищення встановленої потужності і подорожчання перетворювачів), надійності, ціни, а також ремонту і утилізації. Найважливіший параметр накопичувача в складі гібридної силової установки - циклічний ресурс. Специфіка руху міського автобуса з частими зупинками, гальмуванням і прискореннями вимагає від накопичувача велику кількість зарядно-розрядних циклів. Число їх в залежності від інтенсивності руху становить 500...1000 циклів на добу, а за 10 років експлуатації - більше 1 млн. циклів. Для того, щоб досягти таких показників, сучасні акумулятори повинні працювати на невелику глибину зарядно-розрядного циклу. В умовах роботи транспорту з гібридним приводом ресурс понад 150 тис. циклів, що відповідає одному року експлуатації гібридного транспорту, досягається, коли акумулятори працюють на глибину менше 5% своєї ємності [3].

Комплект тягового електрообладнання виконаний по послідовній схемі. Вибір послідовної схеми обумовлений світовим досвідом, мінімальною вартістю і термінами розробки, впровадження та окупності проекту [4].

У роботі мова іде про розвиток компонування електроприводу для досягнення низької підлоги сучасного міського транспорту для пасажирів. Безредукторний індивідуальний тяговий привід типу електромотор-колесо на базі синхронного двигуна з порушенням від постійних магнітів дозволяє найкращим чином поєднувати високу маневреність міського транспорту, помірний динамічний вплив на шлях і міські споруди, низький рівень шуму з високою економічністю. Постійні магніти, що промислово випускаються в даний час, характеризуються залишковою магнітною індукцією порядку 1 ... 1,5 Тл та максимальної питомою енергією до 100...150 кДж/кг [5].

Перспективи розвитку транспортної інфраструктури сучасного міста в першу чергу визначаються розвитком електричного транспорту, що володіє очевидними перевагами [6].

Висновки:

- заміна тягових двигунів постійного струму на асинхронні тягові двигуни підвищує надійність рухомого складу і знижує витрати на обслуговування;
- застосування транзисторних перетворювачів для управління тяговими двигунами значно знижує експлуатаційні витрати, пов'язані як з технічним

обслуговуванням системи управління, так і з економією електроенергії, споживаної тяговим електроприводом;

- будь-який капітально-відновлювальний ремонт рухомого складу повинен супроводжуватися заміною резисторно-контакторного приводу транзисторної системи управління [7].

### Література

1. [http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/143217/01-Bloshenko.pdf?sequence=1].
2. [Http://iwed.science/wp-content/uploads/Seminar\_2016.pdf].
3. [http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/40498/doc/44113/].
4. [Http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/40498/doc/51378/].
5. [Https://cyberleninka.ru/article/v/bezreduktorny-tyagovyy-elektroprivod-gorodskogo-relovogo-transporta].
6. [Https://www.dissercat.com/content/dinamika-avtomatizirovannogo-tyagovogo-elektroprivoda-trolleibusa-s-komplektami-preobrazovat].
7. [https://www.controlengrussia.com/e-lektroprivod/dvadsat-let-vnedreniya-asinhronnogo-e-lektroprivoda-na-gorodskom-e-lektrotransporte/].

Серікова Ірина Олексіївна, к. т. н., доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Медведський Кирило Ігорович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [kirillmedvedskii3972001@gmail.com](mailto:kirillmedvedskii3972001@gmail.com)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРУ НА РОБОТУ ТЯГОВОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Багато електроавтомобілів мають стандартний діапазон подолання відстаней на одному заряді батареї. Але водії відзначають, що ця цифра часто не відповідає реальній відстані, яку автомобіль долає на одному заряді акумулятора. Погодні умови відіграють значну роль. Наприклад, у мороз відстань може скоротитися до 40% навіть при їзді на середній швидкості. Використання електромоторів може стати недоцільним для клімату з холодною й довгою зимою [1]. Найкращий на сьогодні електромобіль, який пропонує Tesla - S 100 D, може подолати максимальну відстань на одному заряді акумулятора 450 км. Але ця цифра незначна, якщо порівнювати максимальну відстань, яку може проїхати будь-який автомобіль на бензині. Крім цього, модель S 100 D поки є ексклюзивною розробкою. Середня відстань, яку долають більшість електромобілів на одному заряді, не перевищує 350 км [2].

Самим слабким місцем в умовах холоду для електромобілів є акумуляторна батарея (АКБ) [3]. Взагалі, вплив низьких температур на її роботу можна спостерігати на безлічі прикладів: від військового й космічного встаткування до мобільних телефонів та домашніх охоронних систем. Для