

РОЗДІЛ 7 ІНЖИНІРИНГ СТО ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

*Ринок електромобілів - це незасіяне поле,
на гектарі якого росте десять колосків.
Електромобіль - це гаджет на колесах.*

7.1. ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ: ОСОБЛИВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ

7.1.1. Сутність нового технологічного циклу

Транспортному засобу, який існує впродовж останніх 130—150 років, прийшов на зміну новий, історія якого охоплює не менший проміжок часу, якщо не більший. Однак на момент, коли здійснювалися перші спроби використовувати електричний струм як основну енергію, не існувало технічних рішень його застосування. Історія розвитку техніки пішла іншим шляхом — шляхом створення та розвитку двигунів внутрішнього згоряння.

Практика застосування ДВЗ протягом більш як століття довела його практичну ефективність і економічну доцільність. Сьогодні, коли новий технологічний цикл уже почався, є не ефемерним, ареальним, ДВС не втрачає свого значення. Ніхто ще не оцінив переваг електродвигуна як джерела енергії над старим ДВЗ - хоча б тому, що практики його використання поки замало. Перспективи, котрі нині вимальовуються в науковій та практичній літературі, мають вигляд радше оптимістичних очікувань, а не доведеного результату. Практика ще не має відповіді на питання, які можуть виникнути у використанні електроенергії; лише достатній час може розкрити всі аспекти її застосування. Реально ж ми маємо справу з Коллінґриджевою дилемою: «якщо етичні оцінки робляться до унаочнення технологічного впливу, то важко передбачити останній, а якщо вони робляться, коли технології вже втілено, то виникнуть труднощі щодо контролю за ними» [1].

Проте наступ доби застосування електрики як джерела енергії є незаперечним фактом, яким не варто нехтувати. Перехід до нового

технологічного циклу - ери електромобілів — обертається на нагальну потребу. Розвиток цієї ери перебуває на тій стадії, коли її визнають не тільки фахівці галузі, а й держави. Виходячи з рівня розвитку електромобілів, розвинені країни впевнено заявляють про відмову від двигунів внутрішнього згоряння вже найближчим часом.

7.1.2. Перспективи розвитку електромобілів у світі

Франція та Британія оголосили про намір повністю припинити продаж бензинових і дизельних автомобілів до 2040 р. та взяли на себе зобов'язання здійснити стовідсотковий перехід на транспортні засоби з нульовим рівнем викидів до цього часу [2]. Норвегія має намір повністю відмовитися від ДВЗ до 2025 р., а Німеччина - до 2030 р. Індія планує здійснити аналогічний перехід до 2032 р., а Китай зобов'язався здійснити перехід на гібриди й електрокари до 2040 р.

Фахівці підраховували, що, коли до 2040 р. 90 % із 2 млрд. автомобілів будуть електричними, лише за рік вдасться заощадити 11 млрд. барелів нафти, а це - половина річного світового виробництва. Крім того, в атмосферу не потрапить 4,7 млрд. тон вуглекислого газу [2]. Тому аналітики ринку вже цілком серйозно заявляють про майбутню нафтову кризу, яка чекає на нас із огляду на зростання продажів електромобілів.

Ще на початку 2000-х років електромобільний бізнес не розглядався як перспективний. Сьогодні ж можна констатувати, що майбутнє - саме за електрифікованими автомобілями. У 2016 р. кількість електрокарів, придбаних у світі, сягнула 1 млн одиниць, що на 53 % більше, ніж у 2015 р.

Того ж 2016 р. загальні інвестиції у розвиток електромобілів перетнули позначку у 2 млрд дол., що вдвічі перевищує показник попереднього року. Китай (Evergrande) планує розгорнути виробництва електромобілів різних куточках світу, щоби до 2025 р. досягти річної виробничої потужності близько 1 млн автомобілів на рік, а до 2035 р. - і 5 млн. одиниць [3]. Китай, Швеція, Франція, Сполучені Штати Америки, Німеччина, Норвегія, Нідерланди зацікавлені в екологічно чистому виді транспорту та сдмуають його розвиток на своїх теренах.

Відомі виробники автомобілів і технологічні компанії, спираючись на державну підтримку, планують розширювати та вдосконалювати свою продукцію. Якщо на початку ХХ ст. в розвитку автомобілізації був зацікавлений Г. Форд та інші окремі виробники автомобілів, то в розвитку електрокарів зацікавлені держави та людство в цілому. Електромобілі мають низку переваг проти машин із двигуном внутрішнього згорання. Серед плюсів, зокрема, можна виділити такі:

- дешева заправка (найощадливіші електромобілі споживають у середньому 10 кВт на 100 км) та можливість заряджати електромобіль від звичайної розетки;

- проста конструкція електромобіля, що дає змогу спростити його експлуатацію, зробити її зручнішою, полегшити ремонт;

- простота у керуванні та дешева експлуатація (відсутність коробки передач, двигуна внутрішнього згорання, різних насосів і деяких складних механічних пристроїв);

- повна відсутність шкідливих для здоров'я людини викидів. Електромобіль повністю безпечний для екології;

- електромобіль спричиняє менше шумового забруднення, оскільки складається з меншої кількості технічних деталей, здатних створювати шум;

- енергоефективність (коефіцієнт корисної дії паливного двигуна- 10-42 %, тоді як аналогічний показник електричного -у межах від незадовільного 50 % до нормального 95 %).

Попри досить суттєві переваги, електромобілі мають і вади:

- висока ціна за одиницю;

- відносно короткий пробіг на одному заряді;

- обмежена відстань поїздки через погано розвинену інфраструктуру;

- зарядка автомобіля забирає значно більше часу;

- висока вартість заміни акумулятора (приблизно половина вартості автомобіля);

- відсутність пропозиції (ринок електромобілів нині не такий розмаїтий, як машин із двигунами внутрішнього згорання).

Однак сьогодні електротранспорту світі стрімко розвивається завдяки державним стимулам - зокрема скороченню податків і наданню пільг, а також преміальним виплатам)ція покупців електромобілів.

Найактивніше поширюються та виробляються електромобілі у **Китаї**. У 2009 р. влада країни запровадила низку пілотних програм, що базувалися на введенні місцевих субсидій для розвитку електромобілів, в окремих містах. Ці проекти спрямовані на покращення екологічної ситуації в країні, пов'язаної із забрудненістю повітря, та на скорочення залежності від нафтопродуктів. Відповідно до законодавства Китаю за умови придбання електромобіля передбачаються загальнодержавні та локальні (надаються в окремому місті) стимули. Так, у 2011 р. Китай затвердив субсидії у 60 тис. юанів (9281 дол. США) для перших 50 тис. електромобілів. У 2013 р. цю допомогу збільшили: до 67 710 юанів (9,8 тис. дол. США)-для електромобілів, і 563 790,71 юанів (81,6 тис. дол. США) - для електричних автобусів. У 2014 р. китайський уряд постановив, що до 2016 р. 30 % усіх придбаних державою транспортних засобів мусять мати електродвигуни.

Покупець електрокара в Китаї отримує також податкові стимули:

- звільнення від сплати споживчого податку;
- з 1 вересня 2014 р. по 31 грудня 2017 р. - було звільнення від податку на придбання;
- реєстраційний внесок зменшено на 50 %;
- звільнення від сплати імпортного мита.

Із 2017 по 2020 рр. субсидії на електромобілі мали скорочуватися на 20 % щорічно. Виявлені під час надання таких грошових заохочень порушення, як з'ясувалося, впливають на кількість придбаних електрокарів. Отже, попит на машини з електричними двигунами безпосередньо залежить від рівня фінансових субсидій.

Практика державного стимулювання діє і в **Канаді**. Найбільшої популярності електромобілі набули в провінціях Онтаріо та Квебек. Влада Онтаріо з 1 липня 2010 р. надала знижку на купівлю 10 тис. електроавтомобілів залежно від розміру батареї (сума субсидій може варіюватися від 5 тис. дол. до 8,5 тис. дол.). У зазначеній провінції для електромобілів передбачено спеціальні номерні знаки зеленого кольору, які дають водіям змогу вільно пересуватися автобусними смугами та провулками. Крім того, власники мають право на безкоштовне використання станцій зарядження електромобілів і місць для паркування.

З 2012 р. провінційний уряд Квебеку також запровадив низку програм підтримки та розвитку електротранспорту. Тай, додаткове

фінансування проекту стимулювання на 2014-2017 рр. становило 1 млн доларів. Уряд також проголосив ініціативу поступової заміни свого службового автопарку, що складався з 34 транспортних засобів міністрів провінційного уряду (посадових осіб), на електрокари.

У жовтні 2016 р. Національна асамблея Квебеку ухвалила новий закон щодо електромобілів, який зобов'язує автовиробника, що продає в канадській провінції більш як 4,5 тис. нових автомобілів на рік, запропонувати своїм клієнтам мінімальне різноманіття електричних моделей.

Влада **Німеччини** 2016 р. оголосила план розвитку електро-транспорт у країні, відповідно до чого передбачалася підтримка громадян, які бажають придбати такі автомобілі. Отже, покупцям електромобілів видавались премії в обсязі 4000 євро: на це передбачено 1,2 млрд євро державних коштів. Німецький уряд планував у 2020 р. збільшити кількість придбаних електромобілів до 1 млн; він також запропонував Європейському Союзу з 2030 р. заборонити реєстрацію нових машин з ДВЗ.

Норвегія - країна з великою кількістю електромобілів, і вона має одні з найщедріших стимулів на придбання електричних транспортних засобів у світі. Так, електрокари звільняються від податку на додану вартість (ПДВ) і податку на придбання, який у Норвегії в середньому сягає 50 % від загальної вартості; власники таких авто звільняються від дорожніх зборів, не сплачують за проїзд тунелями та користування поромами. Електрокари мають право виїздити на автобусні смуги, отримувати безкоштовне паркування та заряджання. Втім, нещодавно уряд Норвегії змінив деякі засади стимулювання електромобілів. Зокрема, з 2018 р. власники повинні сплачувати 50 % дорожнього податку, з 2020 р. зменшено розмір субсидії. Місцева влада розглядає можливість відмови від безкоштовних чаркувань, від компенсації платні за проїзд у тунелях, а також від дозволу на використання електрокарами смуг для громадського транспорту.

Законодавство ЄС передбачало можливість установаження податкових пільг, пов'язаних зі стимулюванням використання електромобілів, зокрема у ст. 19 Директиви 2003/96/ЄС «Про реструктуризацію системи». Рішення ухвалює Єврокомісія з урахуванням потреби забезпечення чесної конкуренції, належного функціонування внутрішнього ринку, медичного, екологічного, енергетичного і транспортного аспектів.

Європейський автопром схвалює подальше введення податкових стимулів для ефективного використання палива. Податкові заходи є важливим інструментом у формуванні споживчого попиту на електромобілі.

Електромобіль стимулює розвиток інноваційних технологій. Нещодавно в ізраїльському місті Тель-Авів проводилися випробування нового стартапу Electroade - дороги, яка заряджає електромобілі на ходу. Шлях Electroade базується на принципі електромагнітної індукції, за яким працює дистанційна зарядка. Під час будівництва дороги під полотно - в траншею 8 см завглибшки - спеціальна техніка закладає прокладку з індукційною технологією. Після цього траншея накривається асфальтом.

У результаті зарядка може працювати з усіма електрокарами, батареї яких розташовані на висоті від 25 см. Розробники повідомляють, що така технологія недорога, а дистанційна зарядка виготовляється з міді та гуми.

Таким чином, будь-яку наявну у світі дорогу можна перетворити на «заряджальну». У Франції, наприклад, почали випробування нової бездротової технології заряджання електромобілів із використанням умонтованого в дорожнє полотно обладнання. Така дорога здатна передавати електромобілю до 20 кВт енергії. Система для бездротової зарядки розроблена американською компанією Qualcomm.

У Великобританії Nissan та паливна компанія Enel домовилися про запуск мережі Vehicle-to-grid (V2G). Передбачається, що власники електрокарів заряджатимуть машини вночі, коли електроенергія дешевша, а в години простою — створюватимуть мобільні енерго- вузли для забезпечення домогосподарств і підприємств енергією; навіть планують продавати надлишки електроенергії. Запуск цього проекту у Великобританії є важливим кроком до керування відновлюваними джерелами енергії. Якщо в загальну енергетичну систему об'єднуються 18 тис. електромобілів Nissan, що нині використовуються у Великобританії, то є реальна можливість повернути в мережу еквівалент енергії, яка виробляється на електростанції, потужністю 180 МВт.

Як пояснили в Nissan, цього було б достатньо для забезпечення електроенергією не тільки Великобританії, а й Німеччини та Франції [2].

Розвиток парку електромобілів також зумовляється тим, що їхні власники набагато рідше змушені платити за ТОР. Найчастіше електрокару перевіряють підвіску, змінюють фільтри салону та здійснюють діагностику двигуна. Це потребує значно менших часу і грошей, ніж у разі традиційних авто.

Проблема ціни ЕМ розв'язується. General Motors оголосила, що починає продажі електрокарів вартістю **п'ять тисяч доларів за одиницю. Обіцяють дати раду й проблемі зарядки.** Наприклад, американський виробник електромобілів Tesla Motors вирішив установлювати зарядні станції в будинках своїх клієнтів. Така послуга коштуватиме власникам екологічних машин близької тис. дол. Поки йдеться тільки про США, але незабаром послуга може стати доступною і для клієнтів з інших країн.

Щорічно скорочується й час, потрібний для повного зарядження двигуна. Tesla Motors активно впроваджує систему суперчарджерів - зарядних станцій, які дають змогу за півгодини зарядити батарею в автомобілі на 80 %.

Статистика свідчить, що 95 % автомобілістів світу не проїжджає понад 100 км на день. Для таких достатньо з вечора поставити автомобіль на зарядження - завдяки звичайній розетці - й зранку поїхати на роботу повністю зарядженим.

Батарея - це набір осередків. Якщо в електромобілі ємність батареї впала до 80 %, це свідчить про потребу у втручанні.

По суті, єдиною важливою проблемою залишається виробництво електроенергії до рівня забезпечення потреб усіх людей світу.

7.1.3. Перспективи розвитку парку електромобілів у світі

У табл. 7.1 [2, 3] та на рис. 7.1, 7.2 наведено дані про розвиток автомобільного парку протягом ХХ ст. і подано порівняння темпів зростання парку автомобілів та електромобілів за однаковий проміжок часу з різницею в століття. Як видно з табл. 7.1, протягом перших 30 років ХХ ст. кількість автомобілів бурхливо зростала, а надалі - протягом 50 років — показувала стабільне зростання. Стосовно ж електромобілів, із 2015 р. спостерігаються неабиякі темпи зростання їх парку.

Таблиця 7.1

Парк автомобілів і електромобілів протягом XX -
початку XXI ст.

Роки	Виробництво авто, тис.шт.	Парк авто, тис.шт.	Парк електро- мобілів, тис. шт.	Темп зростання	Період
1900		6,2			
1910		487			
1920		8800		18	1910-1920
1930		34 878		3,96	1920-1930
1940		45 000		1,3	1930-1940
1950	10 577	62 290		1,4	1940-1950
1955		8809,8		1,4	1950-1955
1960	16 488	119 850		1,36	1955-1960
1965		166 800		1,4	1960-1965
1970	28 419	230 300		1,38	1965-1970
1980	38 565				
1987		440 000		1,9	1970-1987
1990	48 554				
1996		630 000		1,43	1987-1996
2000	58 374				
2005	66 482				
2009		1 000 000			
2010	77 858	1 150 000			
2012	84 141				
2013	87 507				
2014*	89 747		650		
2015			1400	2,2	2014-2015
2016	89 800		2160	1,54	2015-2016
2017			3420	1,6	
2018			5600	1,64	2017-2018
2020		18 000 000			
2030			30 000	5,4	^ 2018-2030
2040			600 000	20	2030-2040

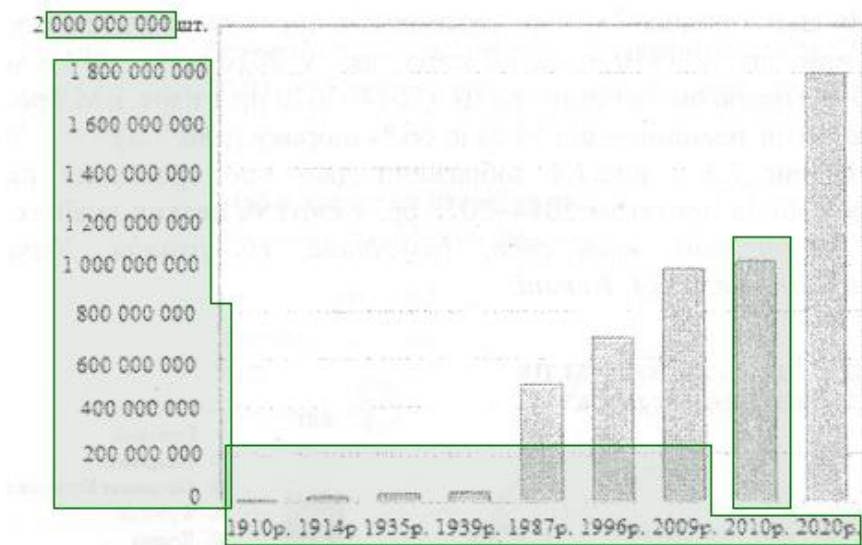


Рис. 7.1. Гістограма приросту парку автомобілів у світі протягом XX ст.

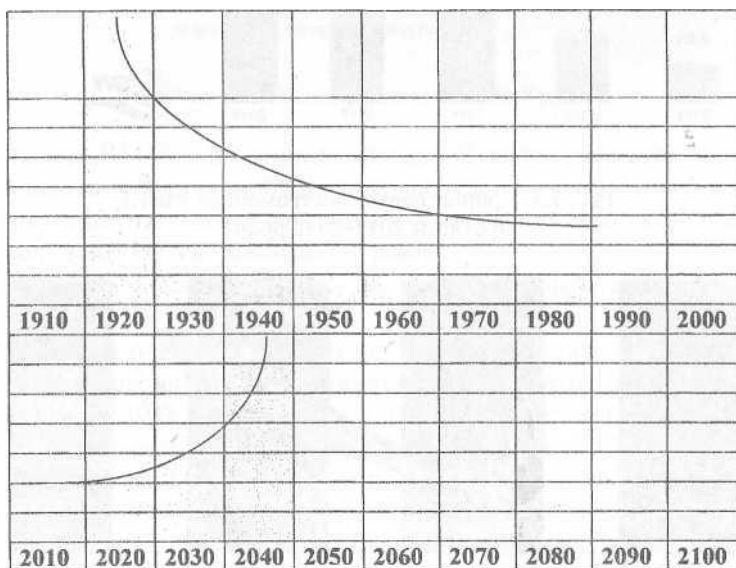


Рис. 7.2. Аналіз розвитку парку автомобілів протягом XX ст. та електромобілів на початку XXI ст.

Як видно з табл. 7.1, парк автомобілів протягом століття зростав на 10 млн. шт. у 1910 р., доі,2 млрд. шт. у 2010 р. та до 1,8 млрд у 2020 р. Протягом останніх років (2014-2020 рр.) парк ЕМ зростав надвисокими темпами - від 54 %до 66 % щороку (рис. 7.3).

На рис. 7.3 і рис.7.4 зображено дані про зростання парку електромобілів протягом 2014—2018 рр. у світі та деяких країнах. *На ньому згори вниз: весь світ, Німеччина, Нідерланди, Україна, Франція, Японія, США, Китай.*

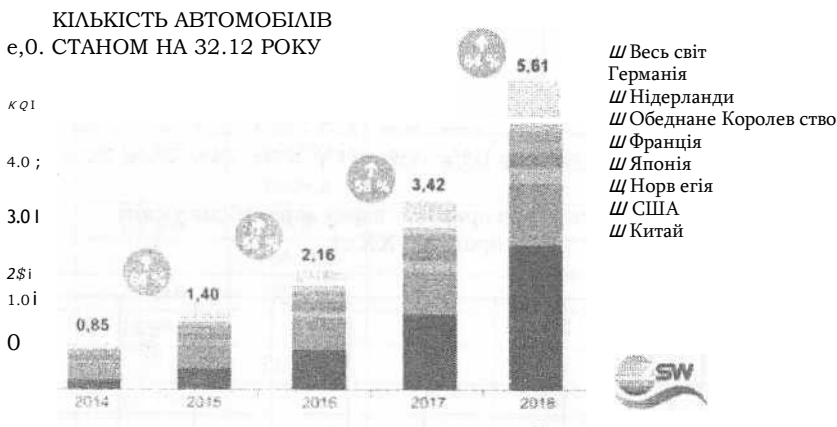


Рис. 7.3. Приріст парку електромобілів у світі протягом 2014—2018 рр.[4]

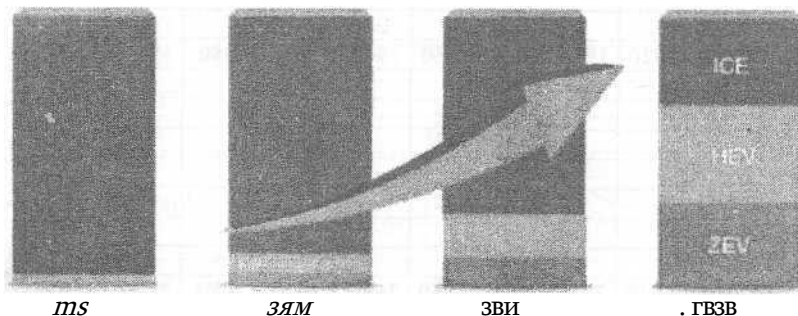


Рис. 7.4. Перспективи зростання парку електромобілів до 2030

На рис. 7.4 зображено прогноз продажу електромобілів до 2030 р., а на рис. 7.5- до 2040 р. Проілюстровано невідворотність нафтової кризи з огляду на це.

Наближення нафтової кризи

Прогноз продажу електромобілів, мян шт.

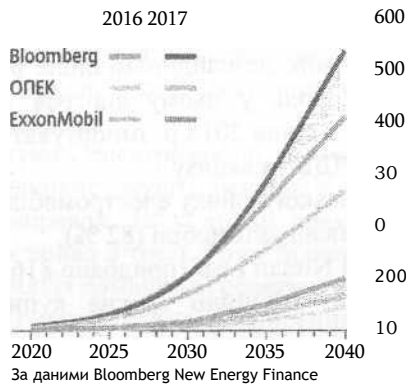


Рис. 7.5. Обсяг продажу ЕМ у 2040р.

Фахівці BMW висловили думку, що обсяг виробництва двигунів внутрішнього згорання не буде знижуватися протягом багатьох років [5]. Очікується, що дизелі виживатимуть ще не менш як 20 років, а бензинові двигуни ~ не менш як 30 років.

Як видно з графіка (рис. 7.5), у 2040 р. парк електромобілів зросте на 250-300 % проти 2016 р. Темпи зростання парку електромобілів значно перевищують темпи зростання парку «традиційних» автомобілів. Пояснюються це очевидними причинами: розвиток парку автомобілів із ДВЗ пов'язувався з поступом автомобільних технологій та вдосконаленням їхніх конструкцій. Розвиток електромобілів, натомість, пов'язаний лише зі зміною силового агрегату на основі досконалої конструкції самого автомобіля. Проблема розвитку електромобілів пов'язана, перш за все, зі створенням джерела енергії для електродвигуна, тобто зі створенням акумуляторів. Коли цей негаразд буде подолано на рівні практичного застосування, автомобільна промисловість отримає подальший розвиток, використовуючи новітні джерела енергії для найвних моделей автомобілів. (За останні

10 років - із 2009 р. до 2019 р. - вартість виробництва 1 кВт зменшилася зі 173 дол. до 1 дол.) [6].

7.1.4. Розвиток ринку електромобілів в Україні

За шість років (з 2013 р. по 2018 р.) українці придбали близько 7,5 тис. електромобілів. Україна посідає п'яте місце у десятці глобального рейтингу країн, де найдинамічніше розвивається ринок електромобілів. Значну роль у цьому відіграв ухвалений урядом закон, який дозволив із 1 січня 2018 р. імпортувати авто на електроприводі, не сплачуючи ПДВ та акцизу.

Особливості українського ринку електромобілів:

- переважають уживані автомобілі (82 %);
- лідирують моделі Nissan Leaf (придбано 816 одиниць);
- вибір обмежений: офіційно можна купити Hyundai Ioniq, BMW I3, Kia Soul;
- продаж зростає не через турботу про екологію, а через дешеве обслуговування, низьку вартість енергії;
- за кількістю електромобілів лідирують м. Київ і м. Харків (50 % ринку), за ними йдуть м. Одеса і м. Дніпро[7];
- конструкція. Головна відмінність - в електромобілів немає коробки передач і ДВЗ. Машина на електриці значно простіша за своєю будовою;
- авто заводиться кнопкою старту, коробку передач замінює редуктор;
- електропідсилювач керма дає змогу виконувати повороти без докладання фізичної сили;
- електромобіль набирає необхідну швидкість за короткий проміжок часу, а гальмує швидше, ніж бензиновий автомобіль;
- електромобіль настільки ж комфортабельний, як і традиційний автомобіль;
- запас ходу на одному заряді дорівнює приблизно 150 км. Щоби він не скорочувався (за гарантією це станеться за 8 років експлуатації), треба рідше вдаватися до швидкісної зарядки (оптимально заряджати повільним струмом 6-8 год). Зарядити автоізо зможе будь-хто;

-економічність. Заправка батареї коштує 70 грн, а її аналог - 40-літровий бак із бензином - близько 1,2 тис. грн (газ - 500-600 грн);

- технічне обслуговування електромобіля вдвічі дешевше за ТО «традиційного» автомобіля;

- електрокари завдяки спрощеній конструкції рідше ламаються, тому витрат на ремонт буде менше.

В Україні недостатньо зарядних станцій, але бізнес, розуміючи привабливість сегменту ринку, інтенсивно та превентивно їх розвиває. У цьому напрямі працюють оператори АЗС, фірми, які продають електромобілі. Із-поміж 9 тис. автозаправних станцій лише 600 мають зарядні пристрої.

Українці купують електромобілі як «міські» автомобілі, а для далеких поїздок використовують бензинові моделі. Причина - брак спеціалізованих заправок. Їх у країні трохи більше від тисячі (а бензинових АЗС - понад 9 тис.). Тому більшість користувачів заряджають електромобілі із домашньої розетки.

Очевидними є перспективи розширення мережі електрозарядок за рахунок установаження електрозарядних станцій на значній кількості АЗС. Уже застосовуються настінні, безконтактні, миттєві мобільні, доступні приватні та надійні стаціонарні електрозаправки. Також можна зарядити електромобілі за допомогою швидкої зарядки за 30 хв і від накопичувана заряду.

Розвиток світового ринку електромобілів надихає на думку, що електромобіль - реальне рішення для широкого практичного використання. Як очікується, до 2030 р. обсяги продажів електромобілів становитимуть 40-50 % від загальної кількості продажів автотранспорту.

Вартість електромобілів значно знизиться, вони в цьому показнику зрівняються з традиційними моделями. А Україна планує до 2030 р. побудувати два заводи з випуску власних електрокарів.

Інноваційна компанія «Оксіжен Електромобілі», основними видами діяльності якої є продаж електромобілів та встановлення зарядних станцій, починаючи з 2017 р., разом із освітнім ресурсом The Future News розробила та впровадила електромобільні уроки в столичних школах [8]. Ця маркетингова політика розрахована на залучення молодого покоління до розвитку ринку електромобілів. Зумовлено це тим, що Україна (у 2017 р.) посіла п'яте місце за темпами розвитку електромобільного ринку у світі.

7.1.5. Перспективи розвитку парку електромобілів в Україні

В Україні тільки починають опановувати сучасні екотехнології. Нині 4 % українського ринку автомобільного парку належить електромобілям. Останнім часом українці придбали близько 3000 електрокарів.

Україна нині займає п'яте місце в світі за темпами розвитку електромобілів.

Особливістю вітчизняного електроавторинку є те, що більшість електрокарів - понад 80% ринку - старі. Якщо в 2016 р. частка придбаних нових електрокарів становила майже 45 %, то в 2017 р. - лише 18 %.

За даними Міністерства екології та природних ресурсів, на 29 травня 2019 р. кількість зареєстрованих електромобілів в Україні досягла 7439 одиниць. Ще 1 березня цей показник становив 6613 одиниць, а в 2018 р. - 3265. За даними журналу [6], сьогодні в Україні нараховується майже 30 тис. ЕМ.

Уже тепер дозволено ввозити електромобілі на територію України без сплати ПДВ та акцизу, а у Верховній Раді стимулюватиметься розвиток електромобілів і відповідної інфраструктури.

Головна причина, з якої українці поки не поспішають обзаводитися екологічними автомобілями, - електрозаправки, яких в Україні поки менше, ніж потрібно. Через це власникам ЕМ доводиться ретельно планувати маршрут.

Ми впевнено дивимося в бік ЕМ, але варто враховувати стан загальноєвропейського ринку. До 2030 р. більшість країн Європи заборонить продаж автомобілів із ДВЗ, а це означає, що ці автомобілі ринуть, зокрема, і в Україну, де такої заборони, найімовірніше, не існуватиме. Це може бути фактором стримування приросту парку ЕМ та поповнення його вживаними автомобілями з Європи.

7.1.6. Конструкція та обладнання електромобілів

Головна відмінність ЕМ від автомобіля полягає у моторі, який працює не на рідкому дизельному паливі або бензині а на генерованому електричному струмі.

Можна виокремити такі типи електро- та електрофікованих автомобілів:

- гібридні автомобілі;
- плагін-гібридні;
- автомобілі на паливних елементах;
- електромобілі.

Гібридний автомобіль має ДВЗ, електромотор та акумулятор [9].

Гібридний автомобіль - це автомобіль, що має одночасно і бензиновий, і електричний двигуни, що доповнюють один одного: електричний забезпечує додаткову потужність, а бензиновий дає можливість розвинути високу швидкість. Взаємна робота забезпечує автомобілю кращі ходові якості та паливну ощадливість.

Електромотор гібридної силової установки, уповільнюючи рух, виробляє енергію, що акумулюється в батареях.

Основним джерелом енергії гібридних автомобілів є ДВЗ. Електромотор-генератор, з'єднаний із бензиновим двигуном, забезпечує плавний розгін. Генератор і електромотор використовують змінний струм, батарея - постійний. Вихідна напруга батареї та генератора є різною. Відповідні перетворення здійснює інвертор - пристрій, що керує автомобілем.

Плагін-гібридні автомобілі

Плагін-гібридні автомобілі використовують бензиновий двигун поряд із електромотором. Однак, на відміну від звичайних гібридів, плагін-гібрид використовує великі акумулятори, які можна заряджати за допомогою підключення до звичайної побутової енергомережі [10, 11].

Плагін-гібриди мають усі переваги електромобілів, зберігаючи водночас такий самий запас ходу, як і у звичайних транспортних засобів. У більшості міських поїздок, наприклад, використовується повністю електричний режим. У разі ж розрядження батареї працюватиме зменшений двигун внутрішнього згоряння - або для підзарядки батарей, або як основне джерело енергії, поки акумулятор не зарядиться. ,

Плагін-гібридні автомобілі з підзарядкою від електромережі використовують ДВЗ винятково для підзарядки акумуляторів, а не

для того, щоби приводити у рух власне колеса; це забезпечує електромобілям збільшений запас ходу без підзарядки [12].

Автомобіль на паливних елементах

Автомобілі, які працюють на водневих паливних елементах, мають суттєву заувагу: їх використання є технічно небезпечним. За паливо у них править водень — найпоширеніша речовина у Всесвіті. Водневі автомобілі викидають у довкілля тільки воду. Вони безшумні та можуть їздити на такі самі відстані, що й бензинові або дизельні машини [13].

Автомобіль на паливних елементах схожий на електричний: він використовує водень для зарядки бортових батарей, що живлять електродвигун, який і повертає колеса.

Автомобіль на паливних елементах оснащений резервуаром, який заправляють воднем під високим тиском упродовж кількох хвилин. Коли водень пропускається крізь паливний елемент, генерується електрика для батарей і двигуна автомобіля.

Стек паливних елементів - це, по суті, тривимірна дротяна сітка в рідині, яка викликає реакцію. Він має позитивно заряджений анод на одному кінці й негативно заряджений катод - на другому. Протони, з'єднуючись із повітрям, утворюють водяну пару, а електрони подаються в батареї автомобіля, які завдяки двигуну й надають рухомості колесам.

На високих швидкостях електрика, створена воднем, може приводити в дію двигун безпосередньо, а не накопичуватися в батареї. Понад це, за сильного прискорення батареї та водень можуть прискорювати мотор одночасно.

Перевага автомобілів на водневих паливних елементах полягає в тому, що їхній єдиний вихлоп - це вода, і у них фактично є власна електростанція для зарядження батарей. Крім того, на відміну від звичайних електрокарів, для підзарядки яких потрібно кілька годин, водневий автомобіль може заправлятися протягом лічених хвилин, що робить його значно більш практичним для тривалих поїздок.

Водневі електромобілі мають також і вади. По-перше, це дорога технологія та, як результат, висока вартість самих машин. Наприклад, Toyota Mirai коштує від 75,5 тис. євро.

Також виникає проблема із заправкою. Водневі станції є далеко не скрізь. Водень порівняно зі звичайними викопними видами палива важко транспортувати та зберігати.

Ці проблеми зрозумілі, їх можна розв'язати з часом. Нові технології вимагають поступового впровадження, розвитку інфраструктури та зниження витрат. Втім, основна складність якраз не в цьому, а в тому, як водневе паливо виробляється. Попри його достатні запаси, водень становить усього одну мільйонну частину атмосфери. На поверхні планети величезна кількість водню, але здебільшого - в хімічних сполуках, таких як вода й - іронічно! - сира нафта. Це означає, що потрібно виготовляти водневе паливо в промислових масштабах, а в комерційному світі до 95 % всього водню виробляється спалюванням викопного палива. Це призводить до ускладнень: для роботи водневого автомобіля треба спалювати нафту, газ чи вугілля, а також зберігати і використовувати водень у достатніх об'ємах для живлення декількох автомобілів.

Допоки великомасштабне виробництво водню не налагодять як екологічно чистий процес, має сенс або використовувати в автомобілях бензин чи дизельне паливо, або для зарядки батарей електромобілів застосовувати електрику просто з мереж.

Електромобілі

Класичний електромобіль має такі основні системи та агрегати: високовольтний акумулятор (BBA); асинхронний (чи синхронний) електродвигун (АЕД), що замінює ДВЗ і який під час гальмування працює в режимі генератора; інвертор, що керує всіма процесами електромобіля, зокрема - перетворює постійний струм акумулятора на змінний трифазний високої напруги (400 V), яким живиться електродвигун; електронний блок керування, який виконує функцію зміни амплітуди напруги (внаслідок чого зростає чи зменшується потужність двигуна) та змінює частоту струму, через що змінюється частота обертів - від 0 до 18 тис. об/хв. Для регулювання частоти струму застосовується електронний блок, який збільшує чи зменшує частоту обертання АЕД.

ВВБ мають 7 тис. звичайних літій-іонних елементів, об'єднаних у блоки. Застосування їх великої кількості сприяє ефективнішому та рівномірнішому охолодженню ВВБ, що, своєю чергою, сприяє кращій роботі АЕД та збільшує термін служб високовольтної батареї

(ВВЕ). Система охолодження АЕД має суттєве значення в електромобілі. Важливою є й система зарядних пристроїв із двома роз'ємами, один із яких пристосований для заряджання від звичайної розетки, а другий використовується на зарядних станціях (рис. 7.6).

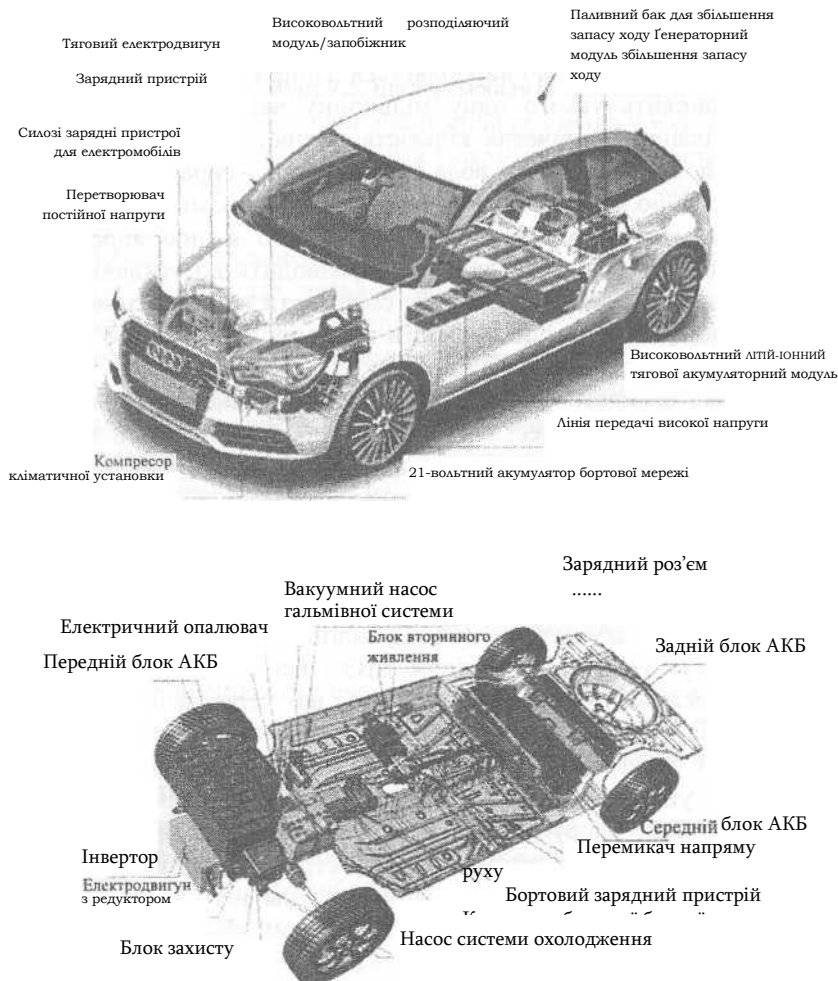


Рис. 7.6. Електромобіль [14]

*

Трансмісія електромобіля - проста, в ній відсутня коробка передач. Така конструкція зумовлюється тим, що АЕД, на відміну від ДВЗ, має однаковий крутний момент в усьому діапазоні обертів, а тому не потребує зміни передавального числа. Швидкість обертання двигуна також залежить від частоти струму та не вимагає варіювання передавального числа для зміни швидкості електромобіля.

Для прикладу на схемах (див. рис. 7.6) позначено основні системи електромобіля.

7.1.7. Відмінність обслуговування та ремонту електромобілів від автомобілів

Автомобіль у своїй сутності є механічною системою, в основі якої лежать технічні рішення. Електромобіль є системою, яка ґрунтується на використанні електроенергії, і керування якою здійснюється на основі комп'ютерних програм. Механічні системи автомобіля замінюються інформаційними. Ці зміни несуть у собі перспективу переходу від галузі технічних рішень до галузі електрики та інформаційних технологій. Відмінність підтримання технічного стану машини з ДВЗ від електромобіля полягає в тому, що ми маємо різні технічні рішення, в основах яких лежать принципово відмінні одне від одного джерела енергії, при розробці яких застосовуються різні галузі знань. А це означає, що для підтримання технічного стану електромобілів виникає потреба в нових напрямках практичних знань у галузях електротехніки, електроніки, штучного інтелекту, інформаційних технологій. Поряд із цим, електромобіль не припиняє бути механічною системою, і хоча він не має ДВЗ та коробки передач, у ньому застосовуються ті самі технічні рішення, котрі має будь-яке авто. Вони вже дійшли до того рівня досконалості, який не викликає сумніву і не потребує змін.

Отже, можна дійти висновку, що електромобіль, залишаючись автомобілем в основних технічних рішеннях, стає системою, в основі якої лежать зовсім інші принципи підтримання її технічного стану.

Розгляньмо ж, що змінилося в електромобілі проти «традиційної» машини. Перш за все, ДВЗ замінено асинхронним трифазним електромотором змінного струму, котрий живиться від високовольтного акумулятора постійного струму. Для перетворення постійного струму на змінний використовується інвертор, який заміняє механічну систему

управління ДВЗ і керує всіма процесами перетворення постійного струму на змінний чи навпаки - змінного на постійний під час заряджання акумуляторів. Інвертор відповідає за число обертів двигуна та його потужність. Для цього він збільшує чи зменшує частоту струму, його амплітуду. За збільшення частоти струму зростає число обертів двигуна, а за зміни амплітуди - його потужність. Виконання таких функцій інвертор здійснює на основі системи програмного забезпечення. Кожна з програм має своє призначення і виконує свої функції. Однак все добре, поки щось не сталося, і чи то програми, чи то системи інвертора, чи то електродвигун, чи джерело енергії змінило свої параметричні характеристики і призвело до неправильного виконання функцій. Інакше кажучи, програма вийшла з ладу. А коли це сталося, то в цьому разі потрібен не автомеханік, який замінить деталь, а фахівець в галузі програмування та діагностування - електрик та електронік.

Кожний електромобіль, як і автомобіль, має сервісну книжку, відповідно до якої виконуються профілактичні роботи з обслуговування ЕД, інвертора, акумуляторів та інших частин ЕМ [15].

7.1.8. Ремонт асинхронних електродвигунів

Згідно із сервісною книжкою асинхронний двигун обслуговується за графіком [16].

Водночас здійснюється:

- зовнішній огляд двигуна;
- перевірка стану механічних деталей та їхніх кріплень;
- перевірка стану та характеристик статора та ротора;
- перевірка стану провідників;
- *- контроль потужності, що споживається;
- контроль струмів прямої та зворотної послідовності;
- контроль опору ізоляції;
- контроль струмів витоку на корпус;
- контроль температури обмоток електродвигуна;
- захист від затягнутого пуску;
- перевірка опору корпусної та між фазної ізоляції;
- вимірювання опору;
- розрахунок коефіцієнта абсорбції (поглинання);
- вимірювання омичного опору по фазах;

- перевірка електродвигуна на холостому ході;
- відповідність струму холостого ходу і частоти обертання пас-портним значенням;
- розрахунок коефіцієнта трансформації;
- перевірка підшипників на нагрів;
- перевірка електродвигуна на вібрацію.

Очевидно, що роботи, які виконуються під час ТО асинхронного двигуна, відрізняються від алгоритмів ТО автомобіля і вимагають нового оснащення, іншої кваліфікації персоналу.

Наступний елемент електричної системи електромобіля та гібридного автомобіля - інвертор. Він потребує регулярного, а головне - своєчасного обслуговування.

7.1.9. Ремонт інверторів

Основна роль інвертора полягає в перетворенні постійного струму від високовольтної батареї на змінний для роботи мотор-генератора [16]. Також в інверторі відбуваються процеси зворотного перетворення змінного струму на постійний струм для заряджання батареї. З цієї причини основні поломки інвертора пов'язані з системою його охолодження [17].

По-перше, обмежений за технічними умовами ресурс роботи помпи системи охолодження інвертора зобов'язує водія своєчасно проводити заміну цієї деталі.

По-друге, значні навантаження та висока температура роботи є причинами обов'язкової заміни охолоджувальної рідини інвертора згідно із сервісною книжкою ЕМ. Під час заміни антифризу в гібридному контурі задля прокачування повітря треба використовувати штуцер. Наявність повітря в гібридному контурі може призвести до невіправних наслідків. Також своєчасна заміна антифризу дає змогу вберегти радіатор, канали якого дуже легко забруднюються сторонніми частинками і згустками, які утворюються у відпрацьованому антифризі.

По-третє, інвертори можуть бути механічно пошкоджені. Особливо слабкою ланкою є місця скріплень. У разі невеликих зіткнень або будь-якого іншого механічного впливу на корпусі інвертора можуть утворюватися мікро- або малопомітні тріщини. Відомо багато випадків, коли через потрапляння в такі місця вологи трапляються різні неполадки в роботі інвертора.

Якщо діагностичне обладнання показує код помилки вигляду «Р0АХХ», це означає, що виникли проблеми в роботі інвертора. Для всіх помилок є спеціальне розшифрування, тож фахівцям сервісного центру неважко виявити, в чому конкретно полягає проблема.

Інвертор є однією з найважливіших частин електромобіля, тому що в ньому відбуваються всі перетворення і розподіл потоків енергії, відбуваються всі процеси керування рухом (рис. 7.7).

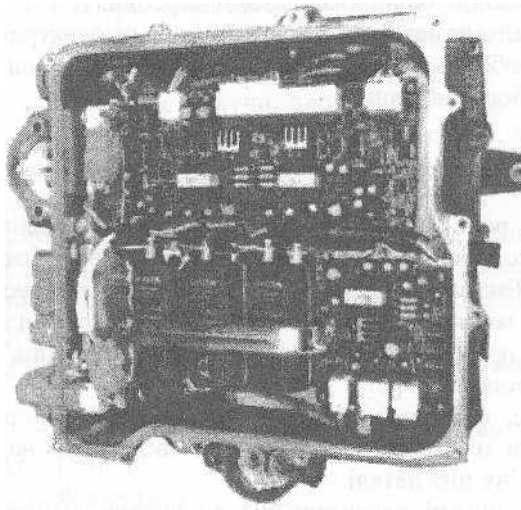


Рис. 7.7. Інвертор

Причини поломок інверторів гібридних автомобілів:

- підвищена температура в гібридному контурі охолодження;
- несправність електропомпи;
- механічні пошкодження корпусу (видимі й невидимі тріщини);
- заводський брак.

Для перевірки справності електропомпи варто провести діагностування, для чого використовується обладнання та спеціальні стенди.

Ремонт може передбачати заміну електропомпи. Вона має обмежений термін експлуатації, який визначають виробники. Несправність електроромпи призводить до перегрівання та знищення силових елементів [16].

7,1.10. Ремонт і заміна високовольтної батареї

У разі наявності ознак відхилень, помилок у роботі батареї потрібно виконати діагностування [17].

Воно дає можливість отримати об'єктивну інформацію про зношування кожної секції батареї.

Якщо секції виходять із ладу рівномірно, треба міняти батарею. Коли ж серед справних секцій є не більш як 25 % слабких, то можна замінити тільки їх (рис. 7.8).

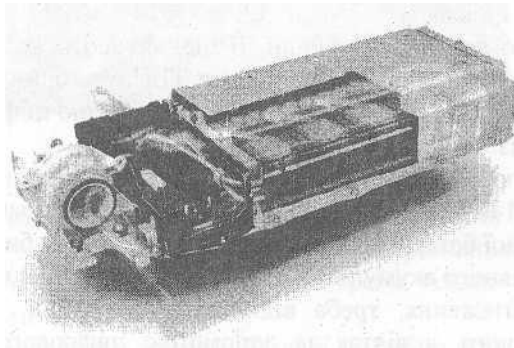


Рис. 7.8. Високовольтна батарея

Найдієвішим методом ремонту ВВБ, окрім заміни несправних елементів, є балансування батареї на спеціальному стенді.

Ремонт батареї передбачає кілька основних напрямів роботи;

- еквалізація батареї;
- зняття ВВБ;
- вимірювання показників батареї;
- вибракування несправних елементів;
- заміна несправних елементів;
- балансування батареї;
- установа ВВБ.

Еквалізація батареї гібридного автомобіля - це процес довгого зарядження батареї двигуном до максимального рівня, на який спроможний цей акумулятор. У процесі заряджається кожний елемент високовольтної батареї автомобіля. Справні елементи підживлюються

досить швидко, несправні або «втомлені» - довше. Запустити процес еквалізації можна після підключення до автомобіля. Заразом можна подивитися, наскільки зношеною є батарея. За допомогою сканера можливо побачити різницю між максимально і мінімально зарядженим елементом. Якщо ця різниця не перевищує 20 %, то батарея в нормальному стані, тож еквалізація поліпшить її роботу. А ось якщо зазначений показник сягає понад 20 % різниці зарядів, є потреба в ремонті.

Слабкі елементи швидше зношують нормальні, і якщо відразу не замінити 1-2 слабші блоки, то потім вимагатиметься заміна суттєво більшої їх кількості.

Після того як батарею зняли, її підключають до спеціального стенду. Він є двома навантажувальними ТЕНами, один із яких - великої потужності, другий - малої, а також добіркою цифрових вольтметрів. Кожен із ТЕНів має власного вимикача.

Для початку за допомогою навантажувальної вилки батарея просаджується до 140 В. Це значення є оптимальним для набору 320 блоків. У нормальної батареї кожний блок при цьому мав би напругу 7 В. Однак в несправного акумулятора ситуація інакша. Після того, як застосували навантаження, треба відімкнути потужний ТЕН, але не вимикати меншого, а відтак за допомогою цифрового вольтметра провести вимірювання напруги на кожному окремому елементі батареї.

Отримані значення вводяться в діагностичну таблицю. Різниця в напрузі в нормальних елементах становить соті або - максимум — десяті частини вольтів, а ось поламані елементи відрізняються на 1-2 В.

Важливою умовою є швидкість вимірювань. Якщо їх проводили понад хвилину, вони не є об'єктивними, а отже, не дадуть змоги правильно відремонтувати батарею гібридного автомобіля. В обох блоках акумулятора варто просаджувати елементи до однакового значення.

Після проведених вимірювань треба дібрати еталонний елемент, на який можна орієнтуватися в процесі вибракування, після чого замінюємо несправні елементи.

Наступний етап полягає в доборі пар елементів. Середня величина пари елементів має дорівнювати 7 В. Це - один із найвідповідальніших етапів ремонту батареї. Після нього можна перейти до

складання акумулятора. Важливо не переплутати полярність елементів, щоб уникнути короткого замикання ВВБ (рис. 7.9).

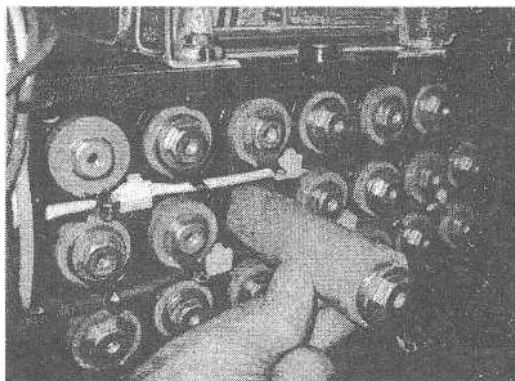


Рис. 7.9. Ремонт високовольтної батареї

Під час монтування й демонтування елементів батареї варто звернути увагу на температурні датчики і їхні кріплення. Під'єднувати та від'єднувати температурні датчики треба тільки в наполовину вийнятих елементах.

Перед закриванням кришки батареї потрібно обов'язково поставити на місце всі кріплення, щоб не перебити дротів датчиків. Далі ж батарею збирають у послідовності, зворотній від її розбирання, уважно під'єднуючи всі датчики, прикручуючи всі болти та шурупи. Опісля цього акумулятор установлюють і під'єднують.

Останнім етапом має бути процес еквалізації, який покаже, наскільки правильно ми відремонтували батарею. Після нього починається ініціалізація батареї (цей процес простіше можна назвати адаптацією батареї до систем електромобіля), і тільки потому можна спеціальним сканером визначати помилки.

Наприклад, для Toyota Prius є спеціальний навантажувальний тест. Його суть полягає в тому, щоби розігнати авто до 128 км/год. Напруга в парах при цьому повинна непадати нижче 12 В, а різниця по напруженнях - становити не більше 20 %. Індукція батареї не повинна перейти у жовтий сектор. Успішне проходження такого тесту свідчитиме, що високовольтну батарею гібридного автомобіля вдало відремонтували [17].

Отже, автомобіль є механічною системою, в якій протягом останніх десятиліть широко застосовуються мікропроцесори та штучний інтелект. Використання цих новацій жодним чином не стосується самої конструкції автомобіля, а є лише засобом керування різними функціями та опціями.

Електромобіль, змінивши джерело енергії для забезпечення руху, змінює основу автомобіля десь так само, як ДВЗ перетворив паротяг на автомобіль. Як відома різниця між паровою машиною і ДВЗ, так очевидними є й відмінності між ДВЗ та асинхронним електромотором. Принципово інакшою є природа самого джерела енергії. Різниця полягає в основі підходів до організації процесів обслуговування електромобілів, проектуванні системі підприємств для їх обслуговування й ремонту.

7.1.11. Несправності електромобіля

Для електромобілів характерні такі види несправностей та робіт [18] (рис. 7.10):

- основні;
- рідкісні;
- обслуговування;
- рівень надійності.

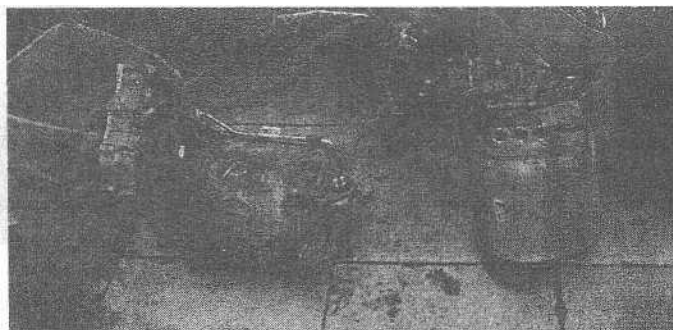


Рис. 7.10. Механічне пошкодження корпусу

АКПП Основні поломки

Електромобіль є досить надійним завдяки відсутності в його конструкції більшості рухомих частин і механізмів, характерних для

«традиційних» авто. Розглядаються несправності, які виникають до 100 тис.км пробігу через відсутність статистики стосовно більших відстаней.

1. Підвіска у них така, як і на звичайних автомобілях, тож і несправності можуть трапитися аналогічні; відремонтувати їх можливо на будь-якій СТО.

2. Усі несправності за пробігу до 100 тис. км: пов'язані переважно з надмірною експлуатацією ЕМ. Наприклад, у батареї через постійне перевантаження можуть прогоряти силові контакти. За таких умов через них може проходити струм силою в 1000-1500 А. У Tesla Model S P90D за агресивного режиму їзди струм на контактах батареї сягає 1650 А! Через такі навантаження в умовах постійних розгонів і гальмувань прогорання силових контактів батареї трапляється часто.

3. Через агресивне водіння в режимі «стандарт» сила рекуперації енергії автомобіля Tesla досягає 60 кВт, що впливає на шліци редуктора. Вони розбиваються, і це з часом призводить до виходу редуктора з ладу. Ознакою зношування редуктора є стук у момент переходу з розгону в режим рекуперації та навпаки. За перших же ознак потрібно виконати ремонт.

4. Батареї проблем не додадуть - вони дуже надійні й мають великий ресурс. Як приклад візьмемо той-таки електромобіль Tesla: за пробігу 98 тис. км у середній смузі ємність його батареї становить 92 %. Втоми навіть не спостерігається. Діагностування батарей варто здійснювати під час регламентних ТО.

5. Призвести до перегрівання головної плати керування батареї та виходу її з ладу може від'єднання ESP - електронної системи динамічної стабілізації автомобіля. Її ще називають системою курсової стійкості, або системою динамічної стабілізації. Вона призначена для збереження стійкості та керованості автомобіля завдяки завчасному визначенню та усуненню критичних ситуацій.

6. За умови вичерпаного ресурсу батареї її доведеться міняти на спеціалізованому СТО. Для цього потрібно адаптувати акумулятор до програмного забезпечення електромобіля. Кажучи простіше, її треба «прошити». Для цього СТО має оснащуватися відповідним обладнанням.

Рідкісні несправності

7. Одна з найрідкісніших і найсерйозніших несправностей - це програмний збій. Він перетворює електромобіль на нерухомість. Статися таке може у виняткових випадках. Налагодження програмного забезпечення електромобіля потребує спеціального обладнання та високої кваліфікації ІТ-фахівця. Далеко не всі СТО мають змогу виконувати таку роботу.

8. Справність стандартного акумулятора 12 В є обов'язковою умовою нормальної роботи електромобіля. Наприклад, бажання виконати «прошивки» програмного забезпечення за несправного акумулятора 12 В можуть мати найбільш непередбачувані наслідки. В електромобіля про несправний стан акумулятора водій отримує сигнал. У цьому разі його треба негайно замінити.

7.1.12. Особливості обслуговування та ремонту електромобілів

Обслуговування та ремонт електромобілів природно поєднується з ремонтом звичайних автомобілів [19]. Ремонт та апгрейд (модернізація, удосконалення) електромобілів [29] передбачає такі роботи:

1. ТО електротехніки.
2. Ремонт блока керування електромобілів.
3. Ремонт і тюнінг батарейних модулів.
4. Діагностування та ремонт електросистем.
5. Тюнінг продуктивності.
6. Збільшення запасу ходу.
7. Збільшення максимальної швидкості.
8. * Заміна комплектуючих.

Перелік послуг та робіт, які виконує СТО електромобілів

За певними ознаками можна виділити такі напрями діяльності СТО електромобілів:

1. Продаж електромобілів.
2. Продаж запасних частин.
3. Продаж зарядних станцій.

4. Обслуговування і ремонт електричних та електронних систем ЕМ.

5. Обслуговування і ремонт механічних систем електромобілів.

Кожен із цих напрямів роботи передбачає власні технології, обладнання, робочі процеси, інструмент та спеціалізований інструмент, робочі місця; кожен потребує певних площ, що відповідали б аспектам його оснащення, будівельним, технічним, санітарним, гігієнічним, естетичним вимогам.

Напрями діяльності СТО електромобілів реалізуються через такі послуги:

- продаж нових електромобілів;
- продаж електромобілів із пробігом;
- продаж запасних частин;
- обслуговування та ремонт електромобілів;
- комп'ютерна діагностика;
- комплексна діагностика електромобілів;
- ремонт і заміна високовольтної батареї;
- ремонт і заміна електродвигуна;
- ремонт і заміна інверторів;
- програмування електромобілів;
- ремонт та відновлення електроблоків, плат автомобіля;
- ремонт, адаптація зарядних пристроїв;
- підготовка електромобілів до сертифікації;
- плановий ТО електромобілів.

Особливості ТОР ЕМ зумовлені простотою конструкції та керування, високою надійністю й довговічністю (до 20-25 років експлуатації) проти звичайного автомобіля [20],

Розгляньмо ці особливості на прикладі практики ТОР японських ЕМ. Для продажу японських автомобілів створено невелику компанію, що працює в тісній співпраці з відомим офіційним дилером Nissan і опікується продажем як нових, так і вживаних автомобілів.

В Україні електромобілів продається більше, ніж гібридних. Машини з гібридними силовими установками популярні в Європі та світі.

Особливості ремонту полягають у тому, що, наприклад, Renault M Fluence ZE практично ідентичний звичайному Renault Fluence, добре знайомому механікам офіційних СТО. А в плані сервісу двигуна електрокар порівняно з «традиційним» автомобілем навіть простіший.

Умовно обслуговування та ремонт електромобіля можна розділити на кілька частин.

По-перше, *бортowa електроніка*. Одна з суттєвих відмінностей між автомобілями з бензиновими й дизельними двигунами та електромобілями полягає в конструкції системі опалення: в електромобілі використовується електронагрівач, подібний до фена, або теплообмінник (тепловий насос).

По-друге, *ходова частина* має деякі відмінності, але в цілому ремонт її практично мало чим відрізняється від лагодження звичайного автомобіля.

По-третє, менше втручання та ремонту потребує гальмівна система. Це пояснюється зменшенням зношування гальмівних колодок унаслідок рекуперації під час гальмування та зменшенням зношування передньої підвіски завдяки слабшим навантаженням на неї з боку невеликого, легкого електродвигуна.

Відносно регулярних ремонтів потребує *електричний привід: батарея, електродвигун, вбудований зарядний пристрій, високовольтна проводка, різні блоки керування*.

Нижче - у табл. 7.2, 7.3 - наведено перелік послуг, робіт, видів діяльності, методів їх виконання, потрібних робочих місць, їх обладнання та оснащення, відповідної кваліфікації персоналу; приміщень, їх технічних, будівельних, санітарних, побутових, протипожежних, естетичних характеристик.

Таблиця 7.2

Несправності. Методи виконання робіт, обладнання, робочі місця, кваліфікація спеціаліста, потрібні для ТОР ЕМ

Послуги, види робіт, в йди діяльності	Методи виконання робіт	Робочі місця, обладнання, оснащення	Кваліфікація	Приміщення
1	2	3	4	5
Продаж нових ЕМ	Офлайн, Онлайн. Робота із залучення клієнтів. Обслуговування клієнтів. Експозиція ЕМ. Тест-драйв. Продаж	РМ функціонального персоналу. Автосалон. Майданчик експозиції. Приміщення для передавання ЕМ клієнтам. Склад ЕМ	Персонал для продажу ЕМ	Автосалон. Склад. Офіс. Площа експозиції. Приміщення для передавання ЕМ клієнтам

Закінчення табл. 7.2

1	2	3	4	5
Регламентне ТО. ТО електрообладнання. ТО механіки	Діагностування електро мотора, ВВБ, інвертора, стану ВВ проводки та з'єднань, клем, системи охолодження	Діагностичне обладнання, діелектричний інструмент і спецінструмент, сканери та ГТК для перевірки та інсталяції ПЗ	ІТ-спеціаліст, діагност, мехатронік із правом допуску до високовольтних ліній	Стандартні робочі місця.
Ремонт електронного блока управління (ЕБУ)	ЕБУ - це мозок ЕМ. Це електронний блок, який управляє всіма системами ЕМ. Несправності виникають не часто при значному терміні служби. Виконують діагностування, ремонт	ПК з програмним забезпеченням для діагностування. Пристосування для перевірки стану мікросхем, ключів	Електронних. Діагност систем управління ЕМ	Виробничі приміщення пристосовані для виконання високо-точних робіт

Таблиця 7.3

Забезпечення процесу усунення несправностей

Несправності	Методи виконання робіт	Робоче місце, обладнання	Кваліфікація
Ремонт підвіски, гальм, механічної системи керування тощо	Розбирання/збирання, заміна деталей, регулювання, випробування тощо	Стандартне РМ, підйомник, інструмент, спецінструмент	Механік
Регламентний ТО, ТО електрообладнання, ТО механіки	Діагностування електромотора, ВВБ, інвертора, стану ВВ, проводки та з'єднань, клем, системи охолодження	Діагностичне обладнання, діелектричний інструмент і спецінструмент, сканери та ПК для перевірки й інсталяції ПЗ	ІТ-спеціаліст, діагност, мехатронік із правом доступу до високовольтних ліній

7.1.13. Обладнання для ТО і ремонту електромобілів

Компанія «Автомеханіка» пропонує набори діелектричного спец-інструменту для електромобілів [30].

Професійні інструменти автоелектрика:

- діелектричні інструменти та набори електрика;
- інструмент для сервісу акумуляторів і генераторів;
- інструмент для обтискання клем і ремонту автопроводки;
- автомобільні тестери-мультиметри;
- авточохла, світильники й аксесуари для СТО.

Такий набір складається з 43 предметів. У комплекті:

- валіза на колесах із висувною телескопічною ручкою з 4 ланок 950-1150 мм завдовжки, здатного витримувати навантаження до 40 кг. Розміри (з ручкою у складеному стані) -310 x 460 x 190 мм, вага без інструменту - 6,2 кг;

- 10 діелектричних викруток VDE (VDE—технологічна асоціація);
- підшліці - 2,5, 3,5, 4 мм;
- Філіпс PH 1, PH 2, PH3;
- Тогх Т 20, Т 25, Т 30;
- 15 діелектричних торцевих головок VDE 3/8", 6-22 мм;
- 3 головки VDE з насадками M8, M10, M12;
- 2 подовжувачі VDE, 74 мм і 126 мм;
- 1 реверсивна тріскачка 3/8", VDE;

-універсальні кліщі VDE, 250 мм;

- посилені бокорізи VDE, 180 мм;
- бокорізи VDE типу важеля, 160 мм;
- плоскогубці VDE, 160 мм;
- напівкруглогубці VDE вигнуті, 200 мм;
- пасатижі VDE, 200 мм;
- ніж VDE для різання кабелю та знімання ізоляції;
- 5 ковпачків, 10 мм і 20 мм;
- 2 попереджувальні таблички «Гібрид», «Гібридний перемикач»;
- 500 м стрічки для загородження (50 мм завширшки).

Устаткування омологоване автовиробниками [31].

*Ручний діелектричний ізолюваний інструмент
та набори для електрика*

У програмі фірми Hazet (Німеччина) є широкий асортимент спеціальних ізолюваних інструментів для роботи з високою напругою, які мають спеціальну захисну ізоляцію та випробовуються відповідно до стандарту IEC 60900.

— Кожний ручний інструмент VDE має маркування: ім'я виробника, позначення моделі й типу, рік випуску та символ у вигляді подвійного трикутника, маркування «1000 V» і логотип VDE, НК вимагає стандарт.

- Усі вимоги стандарту DIN ISO щодо крутного моменту, сили і міцності повинні неухильно бути дотримуваними.

-Інструменти VDE HAZET мають двобарвну багат шарову захисну ізоляцію: зовнішній шар - червоного кольору, внутрішній - жовтого. Таке виконання відповідає припису Норм і правил BGV A3 (VBG-4).

— Ізоляція не повинна мати жодних видимих пошкоджень.

Усі інструменти VDE випробовуються індивідуально під напругою 10 тис. вольт.

*Випробування при виробництві справжнього
професійного діелектричного інструменту*

Після занурення інструменту у ванну з водою на добу проводять трихвилинне випробування під напругою 10 тис. вольт. Ізоляція має витримати його.

-Випробування на ударну міцність за низької температури: після перебування впродовж 2 год за температури навколишнього середовища - 25 °C проводять випробування на удар.

-Випробування на займистість: після 10-секундного випробування полум'ям ізоляція не повинна показати себе легкозаймистою.

-Випробування на пробій за механічного навантаження: після двогодинного тримання в умовах температури +70 °C, впливу сили в 20 Н у подальшому трихвилинному випробуванні під напругою 5 тис. вольт ізоляція не повинна зазнати ушкоджень.

- Випробування ізолювального покриття: після тримання протягом 168 год за температури +70 °C і наступному трихвилинному впливі

його розтягують зусиллям 500 Н; ізолювальний шар не повинен дістати ушкоджень або відставати.

7.2. ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ТО І РЕМОНТУ ЕМ

7.2.1. Тенденції формування виробничої структури та виробничої програми підприємств автосервісу

У попередніх розділах наведено методи формування виробничої програми на основі статистичних даних про послуги, які пропонують наявні на ринку автосервісні підприємства. В цій статистиці представлено повний список можливих послуг. Це дає інвесторові можливість отримати повну інформацію щодо пропозицій ринку. Вибір, властиво, залишається за інвестором. А ще він може запропонувати нові види послуг чи власну інтерпретацію крізь призму маркетингових рішень

У розробці виробничої програми та виробничої структури СТО ЕМ доречно враховувати сучасні тенденції в їх формуванні. Вони відбивають потреби ринку, сучасний рівень розвитку автосервісу, технології та прагнення бізнесу до підвищення власної ефективності.

Нині існують різні варіанти поєднання послуг і формування виробничої структури підприємства, виходячи з факторів впливу. До них можна віднести:

1) спеціалізацію за видами робіт і технологіями. Розвиток спеціалізованого автосервісу зумовлено віковою структурою парку. Спеціалізація сприяє підвищенню якості та продуктивності, скороченню витрат і в цілому створює новий, вищий рівень дієвості автосервісу;

2) будівництво дво- і триповерхових будівель СТО з метою ефективного використання території земельної ділянки, поєднання різних видів послуг для повнішого сезонного завантаження потужностей. Зокрема, перший поверх використовується для ТОР автомобілів («традиційних» чи ЕМ), на другому поверсі ремонтують агрегати чи системи, на третьому - розміщуються офіси, навчальні та

побутові приміщення, спортивні зали тощо. Поєднання послуг із ТОР бензинових автомобілів чи ЕМ, в яких переважає літня сезонність, із ремонтом, наприклад, генераторів, стартерів чи інших агрегатів забезпечує ефективне використання потужностей за рахунок зміни сезонного завантаження (коли спадає потік автомобілів на ТОР, зростає кількість ремонтів вузлів і агрегатів);

3) створення комфортних умов праці задля підвищення якості трудового життя, чому інвестори в умовах дефіциту кваліфікованого персоналу приділяють дедалі пильнішу увагу. З цієї ж причини розповсюдженим є аутсорсинг - виконання певних робіт субпідрядним методом (наприклад, ремонт високовольтних батарей виконує сторонній фахівець, який спеціалізується на цьому виді діяльності й обслуговує різні підприємства);

4) створення комфортних умов для клієнтів заради підвищення якості їх обслуговування. Приміром, будівництво складу для зберігання зимових/літніх шин клієнтів, підземного паркінгу для їхніх автомобілів, приміщення всередині автоцентру, де в комфортних умовах (влітку - кондиціонер, взимку - обігрівач) відбувається передавання автомобіля від клієнта менеджерів та навпаки;

5) наявність у пунктах мийки та шиномонтаж у спеціальній кімнати для клієнтів;

6) спорудження СТО із сучасним рівнем архітектури, дизайну, естетики та привабливості для створення приємного враження не лише у працівників і клієнтів, а й у суспільстві в цілому;

7) зарахування до переліку робіт, послуг і продуктів «збиткового лідера», завдяки привабливості якого зростає кількість звернень споживачів - наприклад, безкоштовне (чи за помітно нижчими цінами) діагностування або мийка автомобіля;

8) кооперацію різних підприємств автосервісу для виконання комплексних робіт. Наприклад, станція з ремонту кузовів за домовленістю працює зі станцією, яка виконує фарбувальні роботи, а та, своєю чергою, кооперується зі станцією з добору фарб. Станція, котра має велику кількість заїздів автомобілів на добу, користується послугами сусідньої мийки. Магазин із продажу запасних частин забезпечує ними СТО, розташовані поряд;

9) дилерський автоцентр, що має угоду з таксомоторною компанією та на постійній основі користується її послугами для обслуговування клієнтів, що передбачає потребу утримувати парк підмінних автомобілів;

10) переоснащення в них СТО їхніми власниками під ремонт і обслуговування ЕМ. Особливих проблем стосовно приміщень, інтер'єрів, дизайну тощо проектувальники підприємств не мають (рис. 7. П). Основні проблеми - як і інвестиції - пов'язані з оснащенням інструментами, приладами, обладнанням та підготовкою персоналу. Питання персоналу - чи не основне, оскільки електромобіль - це «гаджет на колесах», а його обслуговування та ремонт потребують не тільки знань у галузях електроніки та програмування, а й високого рівня загального розвитку, широких професійних знань і орієнтування у сучасних технологіях.



Рис. 7.11. Сучасна архітектура та промисловий дизайн як складові іміджу СТО

Поки що створені в Україні підприємства з TOP ЕМ розширюють свій бізнес за рахунок продажу електромобілів та запасних частин до них. Спостерігається широка практика продажу вживаних електромобілів, що пов'язано з їх привабливою вартістю та відносно незначним пробігом. Поширеною є практика завезення зі США автомобілів після ДТП, через що є актуальною проблема кузовного ремонту.

Стосовно ж обслуговування та ремонту електромобілів, ситуація радше стримана, ніж оптимістична. У Німеччині, наприклад, прогнозують скорочення 410 тис. робочих місць через упровадження електромобілів [25]. За даними досліджень, про які ми вже згадували

[33], запити щодо TOP EM значно менші порівняно з традиційними автомобілями. Тому автосервісний бізнес електромобілів орієнтований на їх продаж, продаж запасних частин, а також розглядає TOP як засіб сприяння продажам EM [33]. На рис. 7.12 наведено роботи з обслуговування та ремонту EM.



Рис. 7.12. Пропозиція Bosch Services обслуговування

ЕМ 7.2.2. Інжиніринг СТО електромобілів

7.2.2.1. Характеристика ринку

У проектуванні СТО електромобілів варто зважати на те, для якого ринку розробляється проект. Від того, чим є цей ринок, залежить, як формується виробнича програма і виробнича структура СТО, які напрями діяльності є пріоритетними і які вимоги висуває економічна ситуація до самої станції, до її пропозиції. За певними ознаками можна виокремити такі характерні умови:

1. *Ринок практично незавантажений.* Пропозиція недостатня. Парк EM щороку зростає. Автосервіс природно відстає від потреб парку. Питання потужності СТО визначається на основі бізнес-плану, адже будь-яка пропозиція інвестора задовольняє ринок і не веде до надмірної нерозумної конкуренції.

У такій ситуації розраховувати, чи достатньо розвиненим є ринок для створення нової СТО, непотрібно. Не мають сенсу й розрахунки потужності СТО та виробничої програми. Будь-яка пропозиція інвестора прийнятна для ринку. Така ситуація притаманна ринкові, що розвивається. У ньому зростання парку об'єктивно переви-

ще зростання пропозиції. Пояснюється це тим, що на ринку, який розвивається, практично всі продані автомобілі поповнюють парк, а не замінюють наявний парк (сьогодні ця ситуація характерна для автосервісу електромобілів) будь-яка пропозиція інвестора сприймається як прийнятна. Її якісні характеристики можуть не перевищувати рівень технічних вимог. Кількісні ж показники підприємства не обмежуються ринком і визначаються економічними інтересами інвестора.

2. Ринок має певний рівень завантаженості. Потрібно визначити його та розрахувати вільну частку ринку. Ситуація характерна для всього реально наявного автосервісу в Україні. Як показують дослідження [25], у нашій країні є заселені території (міста, області), де пропозиція автосервісу перевищує попит, а є території, на яких пропозиція менша від попиту.

У такому разі варто розрахувати обсяг та вільну частку ринку і визначити потужність СТО та її виробничу програму в межах вільної частки. Потужність СТО не може бути більшою за вільну частку ринку. В межах цієї вільної частки інвестор розв'язує питання потужності та виробничої програми, знову ж таки, в бізнес-плані.

Типовою є ситуація, коли інвестиційно привабливі території перевантажені пропозицією, тоді як непривабливі не мають достатньої кількості СТО. Ця ситуація не загрожує інвестору надмірною конкуренцією та втратою прибутків (за винятком початкового періоду діяльності), оскільки зростання парку на ринку, що розвивається, завжди більше від приросту автосервісу. З часом конкуренція може зменшитися до рівня дефіциту.

Для розрахунку потужності СТО та її виробничої програми треба визначити обсяг ринку, пропозицію на ньому, визначити його вільну частку та потужність СТО у межах, нею встановлених. Пропозиція інвестора в цьому разі повинна мати достатній рівень конкурентних переваг. Вони мають оцінюватися на рівні, не меншому 70 % відносно конкурентів. Якщо пропозиція за якісними показниками менша за 70 %, можливі проблеми із залученням споживачів.

Якісні характеристики пропозиції мають відповідати вимогам споживачів. Кількісні характеристики визначаються економічними інтересами інвестора, але не можуть перевищувати обсяг вільної частки ринку.

3. *Стабільний ринок.* Так називають ситуацію, коли парк досяг рівня насиченості, стабілізувався відповідно до вимог інфраструктури, а його зростання не перевищує демографічної динаміки. Значні обсяги продажу електромобілів і «традиційних» автомобілів переважно пов'язані з оновленням парку (80-85 % із них використовують як заміну старих одиниць), автосервіс повною мірою пристосувався до попиту та потреб споживачів, збільшення парку не призводить до зростання обсягів ТОР завдяки підвищенню надійності автомобілів; більше того, зростання питомої ваги парку електромобілів веде до значного скорочення обсягів ТО і ремонту. Досвід роботи автосервісу забезпечує високий рівень його якості. Проектування та створення СТО у таких умовах потребує пропозиції якісно нового рівня і стає доцільним у разі її ексклюзивності порівняно з уже наявною. Вже замало просто мати високий рівень технологій авторизованого автосервісу: всі дилери мають такий рівень.

Очевидно, надалі переваги забезпечить бездоганне обслуговування за доступної його вартості, наприклад, пропозиція послуг для електромобілів в Європі є ексклюзивною, а створення таких автосервісів - конче потрібним. В Україні останнім часом як ексклюзивні набули розвитку СТО, спеціалізовані за технологіями, а також СТО для електромобілів, пропозиція яких тільки починає розвиватися та стабілізуватися. Всі теперішні СТО ТО і ремонту автомобілів мають приблизно однакову пропозицію, тому під час їх проектування виробнича програма повинна передбачати позитивні якісні зрушення.

Як уже відзначалося, за якісними характеристиками пропозиція має бути ексклюзивною, новою, привабливою для споживачів і перевищувати загальний рівень якості автосервісу.

Кількісні показники, котрі також ґрунтуються на економічних інтересах інвестора, обмежені обсягом певної ніші ринку.

Сьогодні ринок електромобілів — це незасіяне поле, на гектарі якого росте 10 колосків. Це таке чисте поле, яке ще належить засіяти. За таких умов перед автосервісом стоїть завдання інтенсивного розвитку ринку електромобілів. Якщо сьогодні ми маємо 37 тис. шт. електромобілів, а «традиційних» автомобілів - 10 млн шт., то кінцева задача розвитку ринку полягає у тотальній заміні бензинових і дизельних авто на електромобілів. Для цього потрібен час, упродовж якого ринок електромобілів зростатиме. Завершення цього процесу характеризується переходом від ринку, що розвивається, до стабіль-

ного. Протягом цього періоду всі процеси, пов'язані з поступом ринку, варто розглядати в параметрах ринку, що розвивається. Будівництво нової станції не призводить до зростання конкуренції - хіба що на локальному рівні: хтось пропонує нижчу ціну чи кращі умови. В цілому ж ринок електромобілів буде умовно конкурентним чи й без конкурентним, доки не досягне певного рівня насиченості.

Сьогодні кількість автосервісних підприємств з ремонту електромобілів є незначною і об'єктивно недостатньою. Більшість центрів, які позиціонують себе як СТО з ремонту електромобілів,- це звичайні СТО, що лагодять механіку автомобіля та виконують певні роботи, пов'язані з силовими агрегатами електромобілів.

В Україні, станом на 2020 р., немає дилерів електромобілів, але є представники виробників автомобілів, які додали у перелік послуг ремонт електромобілів. Електромобіль із його простішою проти «традиційного» автомобіля конструкцію потребує менших обсягів робіт, витрат. Зокрема, ЕМ має протягом року 0,4 автомобіле-заїзди та ТОР, що в 7-8 разів менше порівняно з бензиновим або дизельним автомобілем (3-5 автомобіле-заїздів. За даними аналізу, 66 % ЕМ узагалі не звертаються для ТОР на СТО [25]. Крім того, пересічний електромобіль постачається з гарантією терміном від 5 до 10 років. ВВБ після 100 тис. км пробігу мають 92 % потужності. Однак це не означає, що ЕМ не потребує витрат: якщо ВВБ втрачає працездатність і не підлягає ремонту, вартість її заміни становить орієнтовно половину цінника.

Наведені результати аналізу відображують, окрім усього, й наявну вікову структуру парку ЕМ та гібридів. Вік цих транспортних засобів -у межах 3-5 років, коли потреба в ТОР мінімальна. Оптимістичним для автосервісу є висновок, що середній вік ЕМ невинно зростатиме, а з ним - і обсяги ТОР.

З огляду на це, підприємства, предметом діяльності яких є безпосередньо ЕМ, орієнтують свою роботу на продаж нових і вживаних електромобілів, запасних частин, зарядних пристроїв, на їх експлуатацію, обслуговування та ремонт. Використання зарядних станцій схоже на АЗС, де прибуток формується завдяки експлуатації зарядних станцій власниками ЕМ.

Аналіз пропозиції СТО, предметом діяльності яких є винятково ЕМ, показує, що, наприклад, із-поміж 13 видів послуг, що їх СТО пропонує споживачам, лише 5 (ремонт і заміна високовольтної батареї,

електродвигуна, електроблоків, плановий ТО ЕМ, програмування) стосуються електро- та електронних систем, елементів ЕМ, а не самого автомобіля. Інші 8 - звичні послуги з ТОР. Вони пропонуються не тільки ЕМ, а й звичайним машинам. Отже, СТО не нехтує ТОР для будь-яких автомобілів. Логічним є висновок, що СТО винятково з ТОР ЕМ — це радше виняток; більшість СТО ремонтують і ЕМ, і звичайні автомобілі.

Таким чином, СТО, яка виконує тільки роботи з ТОР електромобілів, має продавати велику їх кількість з урахуванням того, що вона сама й буде їх обслуговувати або ж надавати розширений перелік послуг, робіт, котрі стосуються безпосередньо ЕМ (продаж нових і вживаних ЕМ, продаж та експлуатація зарядних станцій, продаж запасних частин, продаж та ремонт ВВБ, виконання широкого спектра робіт із обслуговування та ремонту електронних пристроїв, програмування тощо).

Набув розвитку - і можна очікувати на подальше його зростання - ринок індивідуальних послуг, як-от ремонту інверторів, ВВБ, переобладнання зарядних кабелів, налагодження програмного забезпечення. Індивідуальні майстри-підприємці вже нині успішно ведуть діяльність, зокрема - із СТО з ТО і ремонту ЕМ та споживачами. Першопричиною поступу такої форми обслуговування поряд із кооперацією є унікальність виду діяльності, пов'язаної з обслуговуванням електронних і електричних систем. Сьогодні таких майстрів - обмаль. Фахівці у цій царині найчастіше не мають жодного стосунку до автомобілів; це - переважно спеціалісти в галузі роботи з гаджетами. Реальна ситуація така, що ринок спрямує інтереси цієї категорії персоналу на ЕМ з огляду на вигідніші умови роботи на ринку електрокарів порівняно з іншими гаджетами (смартфонами, НБ, планшетами тощо).

Що ж до сервісів у чистому вигляді, вони розвиватимуться в напрямі об'єднання станцій для звичайних автомобілів із підприємствами з обслуговування та ремонту електронних/електричних систем. Такий висновок підтверджується практикою. Наприклад, за ремонту сучасних автомобілів (насамперед — преміум-класу), в яких працюють десятки процесорів(контролерів), а електронне та програмне забезпечення є досить складним, створюється окремий цех із ремонту електро- і електронного обладнання, потужність якого становить 50-60 % від загальної потужності цеху ТО і ремонту (цех

ремонту - 12 штатних одиниць, електроцех - 8). Інакше кажучи, сучасні автомобілі преміум-класу, оснащені гібридними агрегатами чи навіть звичайними сучасними ДВЗ, мають складну систему електронного керування, електричну систему і в цілому зараховуються до категорії гаджетів на колесах. Такі машини існують на ринку багато років, і станції, які їх обслуговують, мають відповідний досвід.

Це - не однозначний висновок. Можливі й інші варіанти. Наприклад, якщо обсяг роботи з обслуговування гаджетів буде достатнім, а більшість фахівців підприємства працюватиме з електронікою й електрикою, персонал не матиме схильності опікуватися лагодженням механіки.

Але це не питання технологій - радше бізнесу, і розв'язується воно інакшими методами, а тому не є предметом нашого аналізу.

Особливості ТО і ремонту ЕМ пояснюються простотою конструкції і керування, високою надійністю, довговічністю (до 20-25 років) порівняно зі звичайним автомобілем [20].

7.2.2.2. Закономірності й практика розвитку системи ТО і ремонту електромобілів в Україні

Закономірності розвитку ринку ЕМ виявляються у такій послідовності:

- інтенсивний продаж ЕМ із пробігом, які можна вигідно придбати в США або ЄС та продати в Україні;
- надалі набуде розвитку ринок нових ЕМ, гарантійного сервісу та їх ремонту;
- ремонт кузова та інші лагодження з метою надання ЕМ товарного вигляду, стану, в якому покупець віддасть йому перевагу;
- набудуть поширення індивідуальні пропозиції фахівців щодо діагностування і ремонту електричних та електронних систем ЕМ;
- постійно зростатиме потреба в запасних частинах, як і ринок їх продажу;
- фірми з реалізації автосервісного обладнання не залишать поза увагою сегмент ринку обладнання для ЕМ;
- розвиток системи діагностування ЕМ та організація процесів їх ТО і ремонту;
- продаж та експлуатація зарядних станцій і заради прибутку, і для створення умов розвитку ринку ЕМ.

Прогнозується зростання обсягів продажу ЕМ як реакції на переваги цього вигіднішого транспортного засобу. Разом із цим, через заборону продажу в Європі та інших розвинених частинах світу автомобілів із ДВЗ від 2025 р. і, відповідно, прагнення власників таких автомобілів позбутися їх, близько 250 млн. іноземних уживаних машин ринуть на ринок України, де продаватимуться задарма, і ніхто від них не відмовиться. Цей факт слід розцінювати як такий, що суттєво стримуватиме розвиток ринку ЕМ в Україні.

Розвиток зазначеного ринку в нашій країні характеризується такими тенденціями:

Е Державні керівні органи створюють законодавчу базу, яка сприяє розвитку ЕМ в Україні.

2. Звичайні СТО (насамперед авторизовані) створюють робочі місця для ТО і ремонту ЕМ і встановлюють зарядні станції.

3. Значного поширення набувають підприємства з продажу ЕМ, які прагнуть зайняти певну ринкову нішу та бути у ній найпершими. Такий напрям діяльності може виявитися збитковим на початку, проте він розглядається як основа для майбутнього розвитку тривалого й ефективного бізнесу.

4. Деякі СТО незалежного автосервісу, розуміючи невідворотність переходу до ТО і ремонту ЕМ, напрацьовують таку перспективу: проводять підготовку персоналу, вивчають практику ТО і ремонту ЕМ, купляють потрібне устаткування тощо.

5. Значна кількість СТО вже повністю опанували ТО і ремонту ЕМ і тепер спеціалізуються на цьому.

6. З'явилася пропозиція (як для власників ЕМ, так і для СТО) від індивідуальних фахівців, які пропонують ринку певні специфічні роботи для ЕМ (діагностування батарей, ремонт інверторів, налагодження програмного забезпечення, ремонт зарядних пристроїв та ін.).

7. Інтенсивно розвивається ринок зарядних пристроїв, що представлений як окремими фірмами, так і мережами АЗС.

Деякі мережеві автозаправні станції вже мають програми розвитку зарядних станцій, їх фінансування та впровадження нових проектів.

8. Продавці пропонують спеціальне обладнання та діелектричний інструмент для ТО і ремонту ЕМ.

9. Можна дійти загального висновку, що ЕМ привертає до себе увагу тих, хто пов'язаний із автомобільним бізнесом або має намір

розпочати займатися ним. Для когось це - вже реальна власна справа, для інших же - напрям для пошуку. Хай які сюрпризи приносила б зазначена діяльність, її право на існування стає дедалі очевиднішим, а перспективи розвитку - невідворотними. На такий стан справ представники автобізнесу мало в чому можуть впливати. Навпаки, вони мають знайти власне місце, пристосувавшись до дуже мінливих умов роботи.

7.2.2.3. Вимоги інвесторів до формування виробничої програми СТО електромобілів

Формування виробничої програми СТО — це прерогатива інвестора, фахівців і засновників. Завдання технолога-проектувальника зводиться до розробки рішень щодо організації виробничої структури та виробничих процесів. Інвестор має спиратися не лише на уявлення про привабливість певної послуги -- він повинен прорахувати рентабельність кожної з них та кінцеву рентабельність усієї пропозиції СТО. Це питання має розв'язуватися на стадії затвердження технічного завдання проектування. Що ж до пошуку рішень, то роль тут відводиться, зокрема, й проектувальнику.

На початковій стадії розвитку ринку ЕМ виробнича програма будь-якої СТО не обмежена його обсягом і формується на основі оперативних потреб інвесторів заради досягнення цілей, які вони перед собою ставлять. Приклад - ремонт ЕМ після ДТП, потреба в якому виникає як побічний наслідок імпорту таких автомобілів із США чи Європи. Інвестори мають на меті заробляння грошей із продажу ЕМ після ДТП. Вони завозять такі машини, ремонтують їх, продають за вигідною ціною та отримують прибуток. Для успішного втілення замисленого на всіх етапах від заведення й аж до продажу треба організувати взаємопов'язаний процес, в якому неможливо обійтися без кузовного ремонту та супутніх робіт. У цьому разі виробнича програма повною мірою підпорядкована інтересам інвесторів, які здебільшого полягають у приведенні ЕМ до стану відповідності запитам потенційного споживача. Організувати цей процес належить так, щоби він був якнайдешевшим. Для цього може стати в пригоді кооперація з іншими підприємствами, залучення сторонніх фахівців за трудовими угодами. Хай там що, організація кузовного ремонту є нагальною потребою, котра спричиняє чимало допоміжних, додаткових аспектів діяльності. Таким чином, отри

муємо СТО кузовного лагодження ЕМ із додатковими відділами, потрібними для завершення всього ремонту.

Проектувальник має передбачити та узгодити процеси кооперації, аутсорсингу. Приміром, коли йдеться про оренду фарбувальної камери, в проєкті повинні передбачатися ресурси для транспортування ЕМ, його захисту від ушкоджень під час перевезення та вивантажувально-завантажувальних робіт. Коли ж ідеться про залучення стороннього виконавця, варто передбачити для нього все побутове забезпечення.

Не можна відкидати варіанта, іщо інвестор із часом перейде до іншої моделі бізнесу та почне продавати нові або вживані ЕМ. Очевидно, потреба в кузовному ремонті перестане бути нагальною, а інвесторові доведеться сконцентруватися на поточних ремонтах і обслуговуванні. У такому разі може знадобитися збільшення кількості місць для стоянки у нових відділах - наприклад, ремонту інверторів, ВВБ, механічного лагодження корпусів. Із огляду на ймовірність такої трансформації виникає і потреба у створенні такого проєкту СТО ЕМ, де зміна предмета діяльності й форми організації виробничих процесів відповідала б наявним ресурсам, як-от доступним приміщенням, їхній площі, розташуванню, конфігурації тощо. Для цього на стадії ескізного проектування можна розглядати кілька варіантів проєктів виробничих та інших площ, приміщень, їхні суміжність і функціональність.

У розробці виробничої програми варто звертати увагу й на інші схеми роботи на ринку ЕМ. Наприклад, інвестор купує на європейських чи американських аукціонах нові/вживані електромобілі, організовує цивілізований їх продаж, ґрунтуючись на потребах споживачів, пропонує гарантію до ЕМ, забезпечує після продажне та регламентне обслуговування, здійснює закупівлю та реалізацію запасних частин - інакше кажучи, приходить до звичної моделі дилера «SSS»: продаж автомобілів (ЕМ), гарантійне та післягарантійне обслуговування, продаж і ремонт запасних частин. У такому разі проектувальник мусить орієнтуватися на проєкт преміум-класу і, відповідно, розв'язувати супутні питання.

На цьому етапі розвитку ринку ЕМ актуальним є питання реконструкції наявних СТО під потреби ТО і ремонту ЕМ. Переобладнання передбачає зміну функціонального призначення деяких підрозділів і робочих місць. Водночас ТО і ремонт автомобілів

залишається доречною пропозицією для споживачів. У зазначеному випадку формування виробничої програми - визначення переліку послуг, робіт і продуктів - є прерогативою інвестора, а завдання проектувальника полягає в органічному вписуванні нових робочих місць, виділенні й забезпеченні найліпшого варіанта організації процесів

Допоки ринок ЕМ не стабілізується, його розвиток спиратиметься на динаміку продажів і дотримуватиметься її.

Очевидно, що на стабільному європейському ринку реакція на заміну «традиційних» автомобілів електричними буде, але вона матиме радше локальний характер - із внутрішніми змінами в самих підприємствах, що зумовлюється досконалістю та наповненістю ринку.

У рамках змін на ринку бізнес із обслуговування та ремонту ЕМ охоплює визначений перелік робіт, продуктів та послуг, із яких кожний інвестор обирає такі їх поєднання, що відповідають інтересам підприємства, забезпечують кращі економічні результати та мінімальний термін окупності інвестицій.

7.2.2.4. Методика формування виробничої програми СТО електромобілів

Виробнича програма підприємства - це система адресних завдань із виробництва та надання розгорнутої номенклатури продукції, послуг та робіт, що реалізується на основі замовлень споживачів! Зі? ж. **У** формуванні виробничої програми природним є питання, що саме вважати за таку програму - обсяг та структуру робіт, розраховану на основі вхідних даних, чи те, що реалізує бізнес?

Очевидно, на стадії проектування треба визначити структуру та можливі обсяги послуг. За виробничу програму тоді варто вважати розрахункові величини. Надалі, можливо, виникне потреба корегування та структурування обсягів залежно від попиту.

Питання, чи є виробничою розрахункова програма, чи варто передбачити варіанти її зміни з огляду на зміну попиту - риторичні. В цілому, варіювання попиту є постійними і закономірними, й тут мало важить, чим саме займається бізнес. Отже, виробнича програма - це розрахункова програма, яка передбачає її зміни, тому виробнича структура має зважати на них і пристосовуватися. *Виробнича структура — це структура, сформована на основі виробничої програми, в якій передбачається можливість змін.*

Доцільно відзначити ще одну особливість сучасних умов проектування підприємств із обслуговування та ремонту автомобільних транспортних засобів. Річ у тім, що будь-яка компанія, орієнтуючись на зазначені види діяльності, є елементом системи підтримання технічного стану автомобілів у цілому. Маючи свої індивідуальні особливості як суб'єкт автомобільного ринку в конкурентному середовищі, будь-яке підприємство зацікавлене в обслуговуванні якомога більшої кількості автомобілів і у взаємодії з іншими схожими установами для розширення найменувань послуг завдяки залученню субпідрядників. Така ситуація пояснюється тим, що більшість автомобілів належить індивідуальним власникам.

Варто також звернути увагу на те, яким чином попит впливає на величину, а особливо - на структуру виробничої програми і, як наслідок, на виробничу структуру. Закладені в розрахунки структура й обсяги виробничої програми не обов'язково реалізуються. Ба більше, зміна і структури, і обсягу є природною потребою, умовою підвищення ефективності бізнесу. Невідворотність змін зумовлена законами ринку і терміном функціонування підприємства. Під час проектування виробничої структури треба передбачити можливі її трансформації (див. рис. 7.11).

У потребі передбачити зміни виробничої структури існує певна закономірність: що нагальнішою вона є, то помітнішими будуть помилки, як і їхнє значення у проектуванні. Наприклад, міст «Метро» в Києві спорудили у 1960 р., а за 60 років він практично перестав виконувати передбачені в проекті функції, залишившись хіба докором недалекоглядності людських рішень.

Сьогодні ця помилка повторюється. Скажімо, приміські райони у межах міжміських трас забудовуються складами і заправними станціями, хоча очевидно, що за 20-30 років місцевість ряснітиме елітними приватними будинками, а зведені раніше склади будуть свідченням обмеженості людського мислення винятково сьогоденням.

У формуванні виробничої програми (і на її основі - виробничої структури) треба виходити не тільки з розрахунків, а спиратися на інші фактори. Наприклад, у процесі проектування дилерського центру важливо врахувати, що на початковій стадії той потребуватиме мінімальної потужності для обслуговування проданих ЕМ. Розрахунки свідчать, що його потужність зросте до оптимального рівня 7-9 років - залежно від гарантійного терміну далі не зростатиме [35].

Розгляньмо іншу ситуацію. Практично в центрі передмістя м. Києва інвестор мав змогу звести станцію, але збагнув, що довго вона там не протримається. З огляду на це будівлю СТО проектували таким чином, щоб її можна було пристосувати під ресторан без перебудови, власне, приміщення.

Більшість станцій минулих часів зазнали суттєвого реформування виробничої структури через зміну предмета й програми діяльності.

Ми поки не маємо методики розрахунку, визначення прогнозованих кількісних і якісних показників зміни виробничої програми, адаптації виробничої структури; ці зміни можуть відбиватися в проекті у вигляді альтернативних технологічних рішень.

Виробнича програма може розглядатися підприємством як обсяг наданих послуг, виконаних робіт і проданих товарів. Вона може виражатися в трудомісткості, прибутках і обігу товарів за рік у цілому чи за окремі звітні періоди - квартал, місяць, декаду, тиждень, добу, зміну. Додатковими характеристиками виробничої програми можуть виступати кількість проданих та обслужених ЕМ; кількість автомобіле-заїздів; номенклатура, сума, вага в тонах, товарообіг, запасні частини.

У проектуванні виробничої програми важливо розрахувати максимальну її величину на рік, а також її найбільші значення для підрозділів і виконавців за періоди стандартного режиму використання потужностей.

Стандартний режим - це одна зміна протягом доби, п'ять робочих днів на тиждень, вирахування свят, відпусток, епізодів відсутності персоналу з поважних причин із кількості робочих днів, а також інші фактори, передбачені чинним законодавством. Максимальна виробнича програма - це найбільше її значення з можливих, ураховуючи сезонні та локальні коливання попиту. Отримані величини використовуються у формуванні виробничої структури. За потреби збільшення обсягів виробництва збільшують кількість днів, робочих змін, кількість персоналу, вдосконалюють технології, забезпечують зростання продуктивності праці, розширюють чи реконструюють виробничі потужності.

Виробнича програма формується на ґрунті попиту чи на основі маркетингової інформації з метою формування нової; пропозиції. Методи створення виробничої програми залежать від стану попиту.

Якщо йдеться про стабільний попит - тобто такий, що вже існує, - виробничу програму можна формувати, спираючись на нього. Для цього аналізують структуру та обсяг попиту і з отриманих даних обирають те, що відповідає вимогам споживачів, маркетинговим можливостям СТО якнайкраще, а також є економічно доцільним.

Під час проектування СТО ЕМ можна виконати маркетингові дослідження, можна скористатися маркетинговою інформацією, а можна й використати інформацію про структуру послуг та робіт наявних СТО.

Стосовно СТО ТО і ремонту ЕМ можна скористатися інформацією маркетингового агентства «IRS Груп» (www.irsgroup.com.ua) [25], яке займається дослідженням ринку електромобілів. Деякі з їхніх досліджень, зокрема, наводитимуться нижче.

Є можливість також скористатися статистикою пропозицій наявних на ринку СТО ЕМ, яка є у вільному доступі в Інтернеті. Наприклад, за даними сайту teslaservice.kiev.ua, СТО Tesla пропонує такі групи послуг:

- *Технічне обслуговування автомобілів:* діагностика, ремонт, регламентне обслуговування, дефектування, експертна оцінка для продажу.

- *Відновлювальний ремонт:* оцінка пошкоджень, комплектування запасними частинами, рихтувальні роботи, підготовка і фарбування кузова, оперативне усунення дрібних ушкоджень.

- *Електронні роботи:* діагностика автомобіля, переробка USA в EU (стандартів США на стандарти ЄС), програмування електронних блоків, установка трифазної зарядки, допомога в оновленні, прив'язка ключів калібрування обладнання, активація автопілота, тюнінг автомобілів «Тесла», рестайлінг (зміна екстер'єру й інтер'єру відповідно до модних тенденцій, вимог корпоративного стилю, бачення клієнтів тощо), зміна кольору ЕМ, аерографія на кузові.

- *Додаткові електронні роботи:* заміна батареї 12 В, елементів високовольтної батареї (осередків, контакторів, силових дрозтів); оновлення програмного забезпечення, діагностика заводських систем (технічне меню Factory Mode), активування опції Supercharger (наддування).

- *Детейлінг ЕМ:* ремонт пошкоджених деталей інтер'єру, локальне фарбування елементів, хімічистка будь-якої складності, обклеювання ЕМ захисними або кольоровими плівками, вкривання кузова й скла нанокерамікою.

В Інтернеті практично всі СТО ЕМ надають таку інформацію у відкритому доступі. Для подальшого застосування відомостей занесімо їх у таблицю та порівняймо з пропозицією інших станцій. Зазначена інформація міститься у розділі 3 (табл. 3.2). Під час її складання варто неухильно дотримуватися таких правил:

- 1) в рядки бажано внести якнайбільше різновидів послуг (краще - всі, які можна знайти в Інтернеті чи дістати у підприємств);
- 2) вписати велику кількість станцій (має бути якомога більше стовпчиків);
- 3) розташувати перелік послуг таким чином, щоби мати змогу підсумувати спостереження і надалі ранжувати їх від найбільшого числа до найменшого;
- 4) виділити однорідні види послуг;
- 5) визначити питому вагу кожного виду послугу загальній їх структурі (у відсотках);
- 6) виокремити вид (чи види) послуг із найбільшою питоною вагою.

У табл. 3.2-3.4 на прикладі умовних цифр (перелік послуг - за даними з Інтернету) наведено упорядковану інформацію щодо структури послуг СТО ЕМ (див. розділ 3, табл. 3.2-3.4).

Перелік робіт і послуг, які пропонують автосервісі підприємства з ТО і ремонту електромобілів

Наведена в табл. 3.2-3.4; (розділ 3) інформація дає більш-менш повне уявлення про структуру послуг сучасних СТО ЕМ. Чим повніший перелік послуг буде занесено до табл. 3.2, тим точніше ми можемо визначити структуру ринку автосервісу електромобілів. Для проектування така інформація має накопичуватися рік у рік, що дасть змогу проектувальникам відстежувати тенденції розвитку пропозиції автосервісів ЕМ. Далі доцільно отримати інформацію про дохід у цілому та за видами діяльності зокрема. Зазначені дані будуть корисними інвесторам у формуванні структури виробничої програми. Таку роботу в розвинених країнах виконують галузеві асоціації. В нас же такої інформації поки що не накопичено, проте ми вже маємо приклад існування Української асоціації учасників ринку електромобілів, яка починає цим займатися.

Після одержання всієї потрібної інформації з нею, можна ознайомити інвестора. Якщо той не має власних пропозицій, то матиме

змогу скористатися зазначеними вище даними з метою формування виробничих програм СТО, що проектується. Крім цього, цю саму інформацію припустимо (й варто) використовувати під час розробки типових проектів.

Кожний інвестор формує виробничу програму на свій розсуд, виходячи з інтересів бізнесу. Узагальнена в табл. 3.2-3.4 інформація може виступати основою для вибору пропозиції, формування виробничої програми інвестором.

З погляду прибутковості бізнесу доцільно оцінити рентабельність кожного виду послуг і продукції, щоби розташувати їх від найбільшого рівня рентабельності до найменшого. Безумовно, інвестор має вибудовувати структуру продукції та послуг у виробничій програмі, спираючись на їхню рентабельність, та обирати ті з них, що всі разом забезпечать найбільший дохід.

7.2.2.5. Методи формування виробничої структури СТО електромобілів

Виробнича структура підприємства - це просторова форма організації виробничого процесу, яка включає склад і розміри виробничих підрозділів підприємства, форми їх взаємних зв'язків, співвідношення підрозділів за потужністю (пропускною спроможністю устаткування) та чисельністю працівників [26]. Це частина загальної структури підприємства, яка являє собою склад і взаємозв'язок основних і допоміжних виробничих підрозділів. Первинною структурною одиницею підприємства є робоче місце. Групи робочих місць об'єднуються у виробничу дільницю.

Робоче місце - зона виконання праці одного чи кількох працівників, обладнана й оснащена всім потрібним для виконання операцій виробничого процесу або його частини впродовж повного робочого дня (повне завантаження) [27].

В автосервісі застосовується поняття «пост» Під ним мається на увазі площа 100-120 м² (дослідження свідчать, що залежно від потужності СТО та видів послуг - від 75-115 м²), оснащена відповідним для виконання технологічного процесу або його окремих операцій чином. Пост передбачає всі площі, пов'язані з виконанням виробничого процесу. На посту може працювати троє працівників в одну зміну чи п'ять - у дві.

У виробничій структурі СТО також виділяють основні й допоміжні робочі місця, внутрішні та зовнішні функціональні й нефункціональні зони.

Стандартне робоче місце безпосередньо для ремонту автомобіля - це площа 28 м², обладнана підйомником чи оглядовою канавою. Інші робочі місця в автосервісі мають інакші площі.

В автосервісі можна виокремити такі варіанти функціональних зон і робочих місць[28], які забезпечують здійснення технологічного процесу автосервісу на великому підприємстві:

1. Стіл замовлень.
2. Приміщення для передавання нових автомобілів «Щасливий момент».
3. Офіс керівника сервісної служби.
4. Безпосереднє (пряме, діалогове) приймання.
5. Робоче місце остаточної перевірки автомобілів опісля ремонту.
6. Робоче місце «Інформація для клієнтів».
7. Офіс майстра ремонтного цеху.
8. Цех ТО і ремонту (стандартні та спеціалізовані робочі місця).
9. Робоче місце регулювання геометрії коліс.
10. Допоміжні робочі місця (дільниця ремонту агрегатів, шиномонтажу, мийки деталей).
11. Комірчина для спецінструменту,
12. Стенд перевірки потужності.
13. Кузовна дільниця.
14. Склад демонтованих деталей.
15. Склад запасних частин.
16. Бункер прийому запасних частин у нічні години.
17. Офіс складу.
18. Склад матеріалів.
19. Мийка з підйомником.
20. Підрозділ передпродажної підготовки.
21. Склад аварійних автомобілів.
22. Місце видавання запасних частин та інструменту.
23. Приміщення для зборів.
24. Офіси.
25. Приміщення для персоналу.
26. Кімната для переговорів.
27. Санітарно-побутові приміщення.

28. Зовнішні функціональні зони.

Виробнича структура СТО - це структура робочих місць та підрозділів, створених на основі технологічного процесу конкретного різновиду робіт чи послуг. Формування виробничої структури передбачає функціональне та просторове упорядкування всіх технологічних процесів СТО на основі прямоточності (мінімальної загальної транспортної роботи) та створення двох трикутників — виробничого та клієнтського. Виробничий трикутник передбачає цех, склад і систему керування процесами. Клієнтський трикутник об'єднує в собі процеси та підрозділи, які обслуговують клієнтів.

Для формування виробничої структури варто докладно описати технологічний процес, розділити його на операції та визначити ресурси, які повністю забезпечать виконання як окремих операцій, так і процесу в цілому.

На прикладі наведеної вище структури послуг можна виділити такі технологічні процеси:

- *продаж нових електромобілів;*
- *продаж електромобілів із пробігом;*
- *продаж запасних частин;*
- *продаж зарядних станцій;*
- *експлуатація зарядних станцій;*
- *автомобільний детейлінг та мийка ЕМ;*
- *обслуговування та ремонт електричних та електронних систем ЕМ;*
- *обслуговування та ремонт механічних систем ЕМ чи автомобілів;*
- *ремонт та фарбування кузовів.*

Для кожного виду діяльності треба дати вичерпну характеристику технологічного процесу. Для цього його розділяють на операції та визначають потрібні для їх виконання ресурси: кваліфікацію фахівців, обладнання, інструмент; оснащення, матеріали, приміщення, рівень забезпеченості запасними частинами, умови праці (комфортні температура, ступінь освітлення, насиченість приміщень киснем тощо), енергію (стиснене повітря, електроенергія (380 V, 220V, 36V, 24V, 12V), інформацію (зв'язок, доступ до Інтернету, соціальних мереж, технологічних карт, виробничих завдань і т. д.).

На основі опису кожної операції чи їх груп визначається потреба в ресурсах, без яких не обійтися під час виконання процесу

Наступний крок - раціональна побудова технологічних процесів і створення ефективних систем виробництва - доцільної функціональної системи взаємопов'язаних технологічних процесів; інакше кажучи, організація виробництва.

Для визначення кількісних характеристик виробничої структури (кількості персоналу, площі, інших ресурсів) розраховують виробничу програму.

7.2.2.6. Обсяг ринку

За даними досліджень «IRSFryn» (www.irsgroup.com.ua) [25], упродовж п'яти років (2020-2024 рр.) кількість ЕМ в Україні зросте з 37,1 тис. од. у 2019 р. до 246 тис. од. у 2024 р. (рис. 7.13). Відповідно, зросте кількість зарядних станцій - із 2,97 тис. шт. до 18,1 тис. шт. Питома вага кількості зарядних станцій на 1000 ЕМ зменшиться приблизно на 10 % (рис. 7.14).

Зареєстрований та прогнозний парк легкового та LCV електротранспорту (електромобілі та гібриди) в Україні, од.



Рис. 7.13. Приріст парку ЕМ в Україні:
/// - зареєстрований, джерело: ГСЦ МВС України;
- прогнозний, джерело: e-Experts survey від IRS

За даними того ж маркетингового агентства [25], середня вартість автомобіле-заїзду становить 1152 грн (за теперішніх цін її можна оцінити в 2-2,5 нормо-години трудомісткості), кількість автомобіле-заїздів на рік становить 0,4 на один ЕМ. %6 % електромобілів взагалі не користуються послугами СТО.

**Існуюча та прогнозна кількість велезарядних станцій в Україні, ад,
(без урахування побутових, тільки станцій, не пункти)**

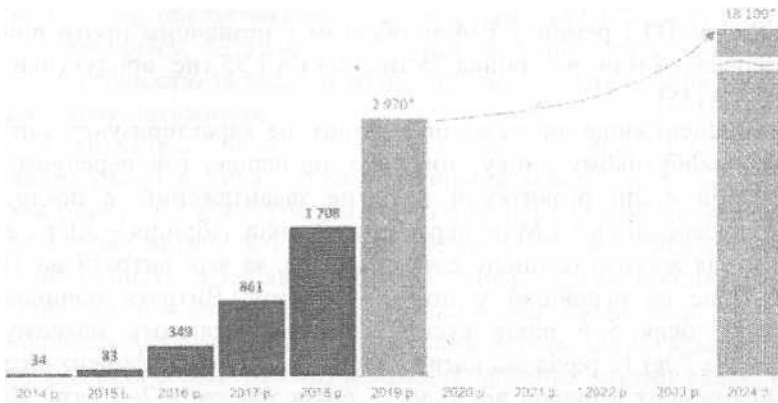


Рис. 7.14. Приріст зарядних станцій ЕМ в Україні:

■ - існуючий, джерело: PlugShare;

Ш - прогнозований, джерело: e-Experts survey від IRS Group

Нескладно порахувати загальну трудомісткість ТО і ремонту ЕМ:

-у 2020р.: $37\ 100 \times 0,34 \times 0,4 \times 2,5 = 12\ 614$ н-г (потрібно 4,5 постів і 6 мехатроніків);

-у 2024р.: $246\ 000 \times 0,6 \times 0,9 \times 1,2 \times 2,5 = 398\ 520$ н-г (потрібно 160 постів і 217 мехатроніків).

Питома вага ЕМ, які будуть користуватися послугами СТО, зросте до величини 0,6; 0,9 - кількість автомобіле-заїздів на 1 ЕМ; 1,2 - коефіцієнт зростання трудомісткості зі збільшенням терміну служби ЕМ; 2,5 - трудомісткість одного автомобіле-заїзду; цифри експертні.

Якщо на 246 тис. ЕМ потрібно 160 постів, це означає, що на тисячу проданих електромобілів потрібно 160 000: $246\ 000 = 0,65$ поста. Тобто потрібен один пості з розрахунку на 1500 ЕМ, і 10 постів - на 1500 автомобілів (табл. 3.2, розділ 3).

Тоді потрібно

- для парку автомобілів у 10 млн шт. -- 24 тис. постів;
- для такого самого парку ЕМ - 2,4 тис. постів.

Ці цифри, як і будь-які прогнози, є приблизними та в більшості випадків не підтверджуються практикою. Найімовірніше, все буде не

так. Однак практичну цінність вони все-таки мають, і полягає вона у визначенні тенденції.

Ринок ТО і ремонту ЕМ за обсягом є незначним проти ринку автосервісу: 64 млн. н-г, понад 25 тис. постів і 35 тис. продуктивного персоналу[35].

Наведені вище числа жодним чином не характеризують ситуацію на майбутньому ринку, тому що, по-перше, той перебуває на початковій стадії розвитку й поки не завантажений, а по-друге, сьогодні середній вік ЕМ не перевищує 5 років, гібридів - 3,6 р., а це така стадія життєвого циклу електромобіля, за якої витрати на ТО і ремонт ще не перейшли у інтенсивну фазу. Витрати починають зростати після 5-6 років експлуатації та досягають максимуму в період із 7 до 12 років від дати випуску. Зокрема, коефіцієнт витрат на ТО і ремонт в період від 7 до 15 років зростає в 2-3 рази. Крім того, зі зростанням терміну служби автомобіля пропорційно частішає й кількість звернень на СТО.

Для подальших розрахунків потрібно порівняти питомі показники сервісу «традиційних» автомобілів і ЕМ. Якщо у 2024 р. в Україні налічуватиметься орієнтовно 246 тис. ЕМ, для ТО і ремонту яких потрібно 160 постів і 217 мехатроніків, то це аж ніяк не обмежує можливостей інвестора створювати автосервісне підприємство будь-якої потужності (в розумних межах), оскільки ринок має необмежені перспективи.

Інвестор у теперішніх умовах не очікує на обслуговування та ремонт наявного парку ЕМ: він спирається, насамперед, на бізнес продажу ЕМ, а вже потім - на їх ТО і ремонт. Таким чином, визначальним для проекту СТО ЕМ є обсяг продажу ЕМ і прив'язані до нього потужності ТО і ремонт.

Спираючись на все, викладене вище, можна дійти таких висновків:

- 1) виробнича програма СТО ЕМ на нинішньому етапі розвитку не потребує узгодження з обсягом ринку;
- 2) під час проектування виробничої програми СТО інвестор може (чи має) спиратися на кількість проданих ЕМ;
- 3) доцільно розглядати ТО і ремонт ЕМ як один із видів послуг автосервісу, як-от, наприклад, ремонт кузовів чи двигунів. Станція з ТО і ремонту ЕМ може обслуговувати тільки ЕМ, а може бути відділом у складі автоцентру дилера чи незалежної СТО.

Наступна логічна задача потребує відповіді на питання, скільки СТО і* постів вже є на ринку ЕМ. На основі загальної кількості автомобілів у зоні обслуговування належить визначити загальну потужність автосервісу, потужність конкурентів, порівняти їх із розрахунковою потужністю та визначити вільну частку ринку, недостатню чи надлишкову потужність.

У визначенні потужності СТО ЕМ на теперішньому етапі розвитку галузі в Україні таке порівняння зайве. Причина - жодна частка ринку не є конкурентом для інших, оскільки поява нової СТО лише сприяє насиченню поки що недостатньо розвинутого ринку, і всі потужності, що з'являються на ньому, тільки пришвидшують його поступ, тож до реальної конкуренції дійде ще нескоро. Сьогодні конкуренція виявляється на рівні якісних оцінок: ціни, гарантії, наявності фахівців з електроніки, наявності запасних частин тощо. Тому результати розрахунків дають змогу унаочнити, що на 246 000 ЕМ потрібно 160 постів, а 1000 проданих ЕМ потребують усього $160\,000 : 246\,000 = 0,65$ посту.

Напрошується закономірний висновок: СТО з підрозділами з ТО і ремонту ЕМ розвиватимуться ймовіріше, ніж окремі СТО. Наявні нині станції також облаштовуватимуть відділеннями з ТО і ремонту ЕМ, що не завадить їм обслуговувати звичайні автомобілі. Хай там як, автомобілі, що мають розвинені системи електронного керування, - і їх також можна зарахувати до категорії «гаджети на колесах» - обслуговуються у звичайних дилерських центрах, які вже сьогодні мають спеціалізовані підрозділи.

Питання розвитку автосервісу ЕМ привертає увагу операторів ринку автосервісу. Практика, яка дає можливість зазирнути в майбутнє, свідчить, що питання зміни предмета діяльності не сприймається більшістю як актуальне. Проте, наприклад, СТО, яка успішно займається встановленням на автомобілі газового обладнання (ГБО), має в планах *ТО і ремонту ЕМ (насамперед — електроніки та силових електросистем)* із метою плавного входження у нову технологічну еру. Ті, хто приймає рішення, розуміють, що інвестиції в розвиток цього напрямку протягом певного часу завдаватимуть збитків, але забезпечать успішний, безболісний перехід до нового й перспективного виду діяльності в майбутньому, а завчасне перетворення на ТО і ремонт ЕМ дасть їм час для поступового входження на ринок і пошуку кращих альтернативних рішень. Хай яким далеким видавався б час

завершення ери ДВЗ, зміни, пов'язані з ним, потребують активного постійного розвитку сучасних технологій.

Свого часу керівники підприємств негативно ставилися до впровадження комп'ютерів і не хотіли розлучатися з бухгалтерами, озброєними кістчковими рахівницями й арифмометрами. У результаті такі керівники й лишилися разом зі своїми фірмами десь там, де й рахівниці, й арифмометри.

7.3. РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ТА ФОРМУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ СТРУКТУРИ СТО ТО І РЕМОНТУ ЕМ

7.3.1. Виробнича програма - це структура та обсяг робіт і послуг, які виконує й реалізує СТО

Тому для її формування та розрахунку потрібно визначитися з переліком цих робіт і послуг та їх обсягами.

За теперішніх умов, коли практично відсутня офіційна статистика, а багато що з результатів діяльності підприємства є комерційною таємницею, практичним джерелом інформації для розрахунку обсягів робіт є або фактичні дані конкретного підприємства (а це — комерційна таємниця), або інформація з Інтернету, соціальних мереж.

Сайти автосервісних підприємств не лише рекламують повний перелік послуг, які вони пропонують споживачам, а й нерідко розкривають подробиці про ці роботи та їхнє значення для споживачів, зазначаючи актуальні ціни.

Досвід пошуку й аналізу такої інформації засвідчує практичну придатність такого методу отримання інформації для проектування підприємства та розрахунку виробничої програми. Зокрема, в табл. 3.2 на основі аналізу пропозицій багатьох станцій, отриманих з Інтернету, наведено перелік робіт та послуг, які надають підприємства з ТО і ремонту ЕМ.

За ознаками можна виділити такі напрями діяльності:

1. Продаж-

- нових електромобілів;
- електромобілів із пробігом;

- запасних частин;

-зарядних станцій.

2. *Експлуатація зарядних станцій.*

3. *Обслуговування та ремонт електричних та електронних систем ЕМ.*

4. *Обслуговування та ремонт механічних систем ЕМ чи звичайних автомобілів.*

5. *Ремонт і фарбування кузовів.*

Узагальнена в розділі 3 (табл. 3.2) інформація може бути основою для вибору інвестором пропозиції та формування виробничої програми.

Розрахунок потужностей для виконання виробничої програми має два варіанти виконання:

1) *відомі виробничі площі приміщень і території земельної ділянки майбутньої СТО;*

2) *відомий парк ЕМ та його структура.*

7.3.2. Розрахунок виробничої програми, коли відомі площі приміщень і території земельної ділянки

У разі рішення на користь такого способу потрібно визначити обсяги робіт, які можна виконати на цих площах. Для цього розраховують виробничу програму в трудомісткості та вартості робіт. Вихідними даними є ресурси, які визначають максимально можливий обсяг виробничої програми.

На площі, яку підприємство може використовувати, розміщують певну кількість робочих місць, підрозділів і функціональних зон; розраховують пропускну здатність (продуктивність) кожного робочого місця, складають обсяги виконуваних ними робіт і отримують загальні обсяги робіт і послуг у трудомісткості, доході й товарообігу.

Кількість постів можна розрахувати спрощеним методом. Наприклад, один пост потребує 100 м² виробничих площі 100 м² допоміжних площ. Якщо у користуванні інвестора є 1000 м² виробничих площ і 3000 м² незабудованої території, то на ній можна розташувати $1000 : 100 = 10$ постів або 8 постів та автосалон на 6-7 ЕМ ($200 : 30 = 6,7$). У разі включення до переліку послуг продажу запасних частин і формування запасів для ТО і ремонту треба передбачити

склад запасних частин площею, припустімо, 100 м². Очевидно, що або кількість постів, або площа автосалону буде меншою: 700 м² - зона ТОР, 200 м² - автосалон, 100 м² - склад запасних частин. 3000 м² незабудованої території достатньо для розміщення 120 паркувальних місць (3000 м² : 25 м²) за нормативної потреби 0-80 автомобіле-місць (6-8 місць на один пост).

Цей розрахунок дає орієнтовні результати у частині можливих обсягів. Детальніші розрахунки потребують розподілу потужностей за видами робіт та їх обсягами.

Наприклад, виробники автомобілів пропонують таку кількість місць в автосалоні для експозиції ЕМ:

- за умови продажу до 99 автомобілів - мінімум 2;
- за умови продажу від 100 до 299 автомобілів - мінімум 3;
- за умови продажу від 300 до 499 автомобілів - мінімум 4;
- за умови продажу від 500 до 699 автомобілів - мінімум 5;
- за умови продажу від 700 до 999 автомобілів - мінімум 6;
- за умови продажу понад 1000 - мінімум 1 автомобіль на продавця [35].

Якщо інвестор прийняв рішення мати автосалон площею 200 м², виробнича програма з продажу ЕМ може становити 700-999 ЕМ протягом року.

За вартості ЕМ на рівні \$30 000 (середню ціну можна визначити на основі пропозиції в Інтернет-рекламі СТО) загальний товарообіг становитиме:

- мінімум: $30\,000 \times 700 = \$21\,000\,000$;
- максимум: $30\,000 \times 1000 = \$30\,000\,000$.

За маржі 20 % дохід станції від продажу ЕМ становитиме:

- мінімум: $21\,000\,000 \times 0,2 = \$4\,200\,000$;
- максимум: $30\,000\,000 \times 0,2 = \$6\,000\,000$.

Або в гривнях:

- мінімум: $4,2 \times 25 = 105\,000\,000$ грн;
- максимум $6 \times 25 = 150\,000\,000$ грн.

Обсяг послуг із ТО і ремонту за наявності 7 постів можна розрахувати, спираючись на пропускну здатність поста. Наприклад, якщо трудомісткість одного автомобіле-заїзду становить 2,5 н-г, а, відповідно, поточний термін перебування автомобіля на посту - 3 год, то за однозмінного режиму роботи 8,2 год на добу > пропускну здатність поста дорівнює $8,2 : 3 = 2,7$ автомобіле-заїздів за зміну чи

$2,7 \times 257 = 703$ автомобіле-заїзди протягом року. 7 постів обслужать за цей самий період $703 \times 7 = 4921$ автомобіле-заїзд. Тоді пост упродовж року виробить $703 \times 2,5 = 1758$ н-г, а 7 постів - $1758 \times 7 = 12\,303$ н-г. За ціни нормо-години 400 грн (\$16 на момент дослідження) прибуток від послуг автосервісу становитиме: $12\,303 \times 16 = \$196\,848$ чи 4 921 200 грн.

Обсяг продажу запасних частин можна розрахувати на основі співвідношення обсягів послуг автосервісу та обсягів продажу запасних частин для виконання послуг. За даними статистики, на одну гривню послуг потрібно 3-4 грн запасних частин. Тоді товарообіг запасних частин становитиме: $4\,921\,200 \times 3 = 14\,763\,600$ (\$599 544), чи за маржі 20% дохід становитиме 2 953 520 грн (\$118 140). Загальний обсяг продукції у вартісному виразі:

$$4\,921\,200 \text{ грн} + 2\,953\,520 \text{ грн} + 150\,000\,000 = \\ = \mathbf{157\,874\,720 \text{ грн} (\$6\,314\,989)}.$$

Якщо інвестор розглядає продаж запасних частин як один із напрямів бізнесу, він прагнутиме продавати їх не лише для потреб внутрішнього виробництва, а й стороннім організаціям. У такому разі треба визначити, чи достатньо об'єму складу для зберігання потрібного обсягу запасних частин.

Наприклад:

Площа складу становить 100 м². За висоти 5 м об'єм складу - 500 м³. Витрати 34 на один автомобіль упродовж року становитимуть 0,1 м³ або 15 кг [34].

Кількість автомобіле-заїздів у нашому прикладі - 4921. Враховуючи те, що один автомобіль має менше від одного автомобілезайду протягом року, кількість обслужених автомобілів відповідає кількості автомобіле-заїздів. Тоді потреба в 34 для обслуговування: $4921 \times 0,1 \text{ м}^3 = 492,1 \text{ м}^3$ чи $491,2 \times 15 \text{ кг} = 7\,368 \text{ кг}$.

Склад має об'єм 500 м³, якого достатньо для забезпечення виробничої програми, але недостатньо для додаткових продажів стороннім організаціям. Різниця у 8 м³ - це не привід для прийняття рішень, а ймовірна похибка.

Для реалізації програми продажу 34 стороннім організаціям потрібно або збільшити площу (об'єм) складу, або підвищити коефіцієнт оборотності запасних частин, або змінити логістику забезпечення

оборотності виробництва 34. Наприклад, якщо коефіцієнт оборотності дорівнює 2 оберти протягом року, то це означає, що через склад продається $492,1 \text{ м}^3 > 2 = 984,2 \text{ м}^3$ чи $7368 \text{ кг} \times 2 = 14\,736 \text{ кг}$ 34. Якщо інвестор знаходить способи збільшення коефіцієнта оборотності до 3, склад зможе пропустити $491,2 \text{ м}^3 \times 3 = 1473,6 \text{ м}^3$ або $7368 \text{ кг} \times 3 = 22\,104 \text{ кг}$ 34. У цьому разі обсяг продажу 34 стороннім організаціям становитиме 7368 кг, а їх вартість - 14 763 600 грн (\$599 544), за маржі 20 % дохід дорівнює 2 953 520 грн. У такому разі загальний прибуток бізнесу становитиме:

$$157\,874\,720 \text{ грн} (\$6\,314\,989) + 2\,953\,520 \text{ грн} = \\ = 160\,828\,240 \text{ грн} (\$6\,433\,130).$$

У разі, якщо неможливо збільшити коефіцієнт оборотності 34, можна піти шляхом збільшення площі чи об'єму складу. Перерозподіл площі призведе до зменшення потужності або сервісу, або автосалону. Можна врегулювати питання завдяки збільшенню об'єму складу, добудувавши другий поверх. Приклад такої добудови відомий у практиці: дилер, склад якого розміщувався всередині автоцентру, розв'язав проблему, додавши до будівлі поверх. Для цього при підняли дах складу.

Є ще один метод збільшення обсягу продажу 34 - через зменшення запасів та перехідна оперативне постачання під замовлення. На сучасному рівні організації системи продажу 34 за наявності приватних поштових компаній, зацікавленості операторів у продажу та за достатнього рівня організації процесу ремонту автомобілів є можливість мати на складі мінімальний запас - як за обсягом, так і за номенклатурою.

7.3.3. Розрахунок виробничої програми, коли відомий парк електромобілів та його структура

У разі ж, коли інвестор віддав перевагу такому способу, потрібно розрахувати вільну частку ринку та в її межах розробити проект СТО.

Відомий парк автомобілів (ЕМ) у розрахунку виробничої програми означає або фактичну наявність ЕМ, або обсяг їх продажу протягом п'яти років, або ж зростання чисельності парку в короткій

перспективі. Вільна частка ринку визначається рівнем конкуренції. Якщо відомий парк ЕМ і його структура, можливі такі варіанти залежно від стану ринку:

- ринок не завантажений (сьогодні таким є ринок ЕМ);
- ринок завантажений, але є певна вільна його частка (наприклад ринок автосервісу в цілому);
- повністю завантажений (стабільний) ринок (наприклад автомобільний ринок ЄС).

У проєктуванні СТО ЕМ маємо ситуацію, коли ринок зовсім не завантажений або завантажений частково. Інвестор має необмежені можливості і відносно обсягу потужності СТО, і щодо структури послуг.

Наступний важливий фактор, який треба враховувати під час розрахунку потужності СТО ЕМ, - це перспектива приросту парку ЕМ. Нині ми перебуваємо на стадії ажіотажного інтересу до ринку ЕМ, але маємо обмежені знання в сфері їх продажу, обслуговування та ремонту. Весь світ активно висловлює невдоволення автомобілем як чимось, що завдає суттєвих різнопланових збитків (ніхто не згадує про користь, яку приносять автомобілі протягом більш як століття), людство очікує - від електромобіля розв'язання проблеми викидів мільярдів тонн вуглекислого газу, сподівається на нього і робить усе можливе для якнайшвидшої заміни «традиційного» автомобіля на ЕМ.

Сьогодні у розрахунках потужності та виробничої програми СТО ЕМ доцільно виходити радше з інвестиційних і маркетингових можливостей інвестора, економічної доцільності вибраної потужності та обсягу діяльності, а також спираючись на усвідомлення фактичної необмеженості ринку

Виробнича програма та потужність СТО ЕМ має бути узгоджена з кількістю проданих автомобілів. Розрахуймо потужності, потрібні для продажу певної кількості ЕМ.

У 2020 р. ЕМ мав такі показники:

- 0,4 автомобіле-заїзди (АЗ) протягом року;
- 66 % ЕМ не користуються послугами СТО;
- вартість АЗ - 1152 грн (2-2,5 н-г).

У 2024 р. планується:

- кількість АЗ становитиме 0,9;
- 40 % ЕМ не користуватиметься послугами СТО;

-трудомісткість АЗ становитиме 3-3,5 н-г.

У 2024 р. буде потрібно 160 постів і 217 мехатроніків, (Для розгляду подальших перспектив треба постійно накопичувати статистичну інформацію про парк ЕМ, кількість АЗ, трудомісткість одного АЗ).

Якщо розрахунки свідчать, що на 246 тис. ЕМ потрібно 160 постів, це означає, що на тисячу проданих електромобілів потрібно 160 000: 246 000 = 0,65 поста (1 пост на 1,5 тис. ЕМ).

У табл. 7.4 показано кількість постів для обслуговування аналогічної кількості автомобілів. Вона в десять разів більша.

Таблиця 7.4

Залежність потужності СТО та чисельності персоналу
від кількості обслуговуваних автомобілів

Показники	Автоцентри різних потужностей			
Кількість автомобілів	500	1500	2500	5000
Постів ТО та ремонту	4	9	15	20
Мийка	1	1	1	1
Всього:	5	10	16	30
Механіків	3	7	11	22
Інших працівників	1	3	4	7
Всього:	4	10	15	29
Менеджерів		1	1	1
Бригадирів		1	2	4
Приймальників		1	1	3
Диспетчерів			1	1
Інших службовців				2
Всього		3	5	11
ЗАГАЛОМ ПРАЦІВНИКІВ:	4	14	22	43
ЗАГАЛОМ СЛУЖБОВЦІВ:		3	5	11

Для ТО і ремонту ЕМ потрібен 1 пост на 1,5 тис ЕМ. За трудомісткості одного автомобіле-заїзду 2,5 н-г і терміну перебування на посту 3 год пропускна здатність поста дорівнює $8,2 : 3 = 2,73$ АЗ чи протягом року $2,73 \times 257 = 703$ АЗ. Якщо в Україні нині є понад 37,1 тис, ЕМ, то загальна потужність СТО ЕМ становить $37\ 100 : 1500 = 25$ постів для ТОР ЕМ.

При формуванні виробничої програми та виробничої структури СТО ЕМ передбачається предметна й технологічна Спеціалізація. Переважна більшість СТО ЕМ мають виробничу структуру, яка

включає предметні структурні та виробничі підрозділи, а також підрозділи за видами робіт.

Можна виділити такі види робіт, характерні для СТО ЕМ:

- продаж нових електромобілів;
- продаж електромобілів з пробігом;
- продаж запасних частин;
- продаж зарядних станцій;
- експлуатація зарядних станцій;
- обслуговування і ремонт електричних та електронних систем

ЕМ;

- обслуговування і ремонт механічних систем ЕМ автомобілів;
- ремонт та фарбування кузовів.

Залежно від обсягу робіт виробнича структура розділяється на виробничі підрозділи, відділення та робочі місця. Диференціація зростає зі збільшенням обсягів робіт.

Доцільність поділу на підрозділи виникає за потреби у розподілі додаткових функцій. Наприклад, за незначного попиту на нові та вживані ЕМ відділ продажу може бути об'єднаним в один підрозділ. Розділення може бути у випадку, коли виникає необхідність диференціації функцій, управління. Наприклад, робота організована в дві зміни, кількість консультантів перевищує норму керованості (коли одночасно працює понад 6 продавців, потрібен менеджер); на одного майстра виробництва припадає 10 продуктивних робітників.

7. ЗА. Приклад розрахунку виробничої програми СТО за умови, коли вихідними параметрами є парк електромобілів (м. Київ)

За зону обслуговування СТО ЕМ візьмімо м. Київ у цілому. Через те, що станцій тут обмаль, їх мало хто знає, клієнтські переваги не сформовані, кількість звернень на СТО одного ЕМ протягом року - всього 0,4. 66 % ЕМ не користуються послугами СТО. За таких умов розраховувати на завантаження СТО ремонтом ЕМ не випадає. Перспективи також поки що невизначені. У вигіднішому становищі знаходиться авторизована СТО, тому що вона має додаткові можливості залучити клієнтів за рахунок гарантійного ремонту та регламентних ТО, а також за рахунок наявності на СТО спеціального обладнання, спецінструменту та комплектуючих.

Парк для формування виробничої програми:

За вісім місяців 2019 р. продано:

легкових ЕМ:

- Nissan Leaf. -2207 шт.;
- Tesla Model S- 384 шт.;
- BMW I3-243 шт.;
- Fiat 500e - 207 шт.;
- Volkswagen E-Golf- 198 шт.;
- Renault Zoe - 186 шт.;
- Mercedes-Benz B - Class Electric Drive - 155 шт.;
- Tesla Model X- 136 шт.;
- Chevrolet Bolt - 126 шт.;
- Jaguar I-Pace - 102 шт.

Усього: 3944 шт.

комерційних ЕМ:

- Renault Kangoo Z.E. - 323шт.

Усього:**323шт.**

ЗАГАЛОМ: 4267 ЕМ.

В Україні на 2019 р. нараховується 37 100 ЕМ. 40 % з них - у містах Київ та Харків (15 000 ЕМ).

Для м. Київ припадає 60 % цієї кількості - 9000 ЕМ, на м. Харків - 6000 ЕМ. У 2019 р. зростання кількості ЕМ у м. Київ становило 4267 шт. Парк ЕМ разом із гібридними авто в м. Києві - ІЗ 267. Темп приросту легкових ЕМ - 47 %, а кількість комерційних зросла в 2,1 рази.

Кількість ЕМ на 2024 р. становитиме 246 тис. шт. Є сподівання на подальше зростання парку.

Кількість автомобіле-заїздів цього парку до автосервісу становитиме: $246\,000 \times 0,5$ (0,4 А-Зд за рік зростає до 0,5) = 123 000 А-Зд. Один А-Зд дає трудомісткість 2 н-г. Попит на ТО і ремонт у трудомісткості парку становитиме: $123\,000 \times 2 = 246\,000$ н-г. Для його задоволення потрібно $246\,000 : 1840 = 133$ осіб продуктивного персоналу. Для задоволення попиту потрібно $246\,000 : 2500 = 100$ постів.

Ці умовні розрахунки ілюструють потребу в персоналі та потужностях.

Перелік посилань за розділом 7

1. Коллінгвіджева дилема. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki>.
2. К 2040 году количество электромобилей в мире ... [Злект- ронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/business/2019/10/02/12726001.shtml>,
3. Новый китайский производитель электромобилей выпустит по машине каждую минуту. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://mind.ua/news/20218452-novij-kitajskij-virobnik-elektromobiliv-vipuskatime-po-mashini-kozhnu-hvilinu>.
4. <http://renen.ru/the-world-fleet-of-electric-vehicles-in-2018-grew-by-64-to-5-6-million/>.
5. <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/sae/19AUTP02/index.php#/42>.
6. Новое Время : журн. - 2019. - № 36.
7. Электрокар та авто на бензині: відмінності, плюси та мінуси. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : https://chargers.ugv.ua/uk/novosti/perspektivy-razvitiyaJelektromobilej_v_ukraine_chargers_ugv.
8. Україна посідає п'яте місце у світі за темпами розвитку електромобільного ринку. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://goo.gl/Tzw6V3>.
9. Гібридні автомобілі. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://avtoblog.in.ua/hibiydnyj-avtomobil-yak-pratsyuje-ta-joho-osoblyvosti/>.
10. Плагін - гібридні автомобілі. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://kyivstar.ua/uk/mm/services/control/recharge>.
11. Что такое подключаемый гибрид или плагин ... [Злектрон- ный ресурс]. - Режим доступа: <http://icarbio.ru/articles/plugin-hybrid.html>.
12. Hybrid Cars.com Альтернативы автомобилям 21 века. [Злект- ронный ресурс]. - Режим доступа : www.hybridcars.com.Пере вод: Андрей Даламаев.
13. Автомобілі з водневими двигунами: як це працює ... [Елект- ронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.avtonovnnv.com.ua/avtomobili-z-vodnevimy-dvigunami-vak-tse-pratsvuje/>.
14. YouTube...[Електронний ресурс]. **■ Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch/>

15. Купить асинхронный двигатель - надежный и проверенный. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://volt220.ru/index.php/st/motor/128-maintenance-induction-motors.html>.

16. Ремонт инвертора гибридных авто. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://hybrid.com.ua/remont/remont-inverterov>.

17. Высоковольтная батарея для гибридных автомобилей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://auto-future.land/uslugi/diagnostika-vysokovoltnej-batarei/>

18. Неисправности электромотоцикла. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://autoleek.ni/dvigatel/jelektricheskij-dvigatel/neispravnosti-elektromobilva.htmloffers@autoleek.ru>.

19. Купить электромотоцикл MYBRO. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : https://mybro.com.ua/service/?gclid=EAIaIQobChMjaHtoPGy5AIVaQmaCh2kbQSpEAAAYASAAEgJJPffI_BwE#dop5
https://mybro.com.ua/service/?gclid=EAIaIQobChMjaHtoPGy5AIVaQmaCh2kbQSpEAAAYASAAEgJJPffI_BwE#dop5

20. Кужель В. П. Основні проблеми експлуатації електромобілів в Україні та шляхи їх вирішення / В. П.Кужель, В. В.Красиленко // *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту* матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф., (19-21 жовт., 2015 р.).-Вінниця : ВНТУ, 2015.-С. 132-135.

21. Набор высоковольтных инструментов для электромотоцикла VAS 6762 Hazet Германия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : https://www.autom.com.ua/ru/instrument/instrument-avtoelektrika/ruchnoi-dielektricheskij-instrument-vde/150_43/.

22. Набор высоковольтных инструментов для электромотоцикла VAS 6762 Hazet Германия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://www.autom.com.ua/ru/instrument/instrument-avtoelektrika/>.

23. Olmaks.ua Олмакс Групп. Электромотоциклы из США. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://olmaks.ua/service/?gclid=EAIaIQobChMljP5x6LI5AIV20WaCh1zCwOGEEAAYASAAEgK2afD_BwE.

24. Olmarsgroup. Электромотоциклы из США. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://news.fmance.ua/ru/news/-/438860/stalo-izvestno-skolko-v-ukraine-elektromobilej-i-gibridov-infografika>.

25. Иван Любарский. Фейсбук. Рынок электромотоциклов IRS групп. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : www.irsgroup.com.ua.

26. Виробнича структура. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.google.com/search?source>.
27. Робоче місце. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/?term/26093>.
28. Дилерські стандарти АУДІ.
29. Салон електромобілів в Києві. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://olmaks.ua/ш/>.
30. Профессиональный инструмент для автосервиса. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.autom.com.ua/_ru_/instrument/instrument-avtoelektrika/ruchnoi-dielektricheskij-instrument- vde/150_43/.
31. Професіональний інструмент автоелектрика. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.autom.com.ua/ru/instrument/instrument-avtoelektrika/>.
32. Шваб П. І. Економіка підприємства : навч. посіб.; 4-е вид. / П. І. Шваб. -К. : Каравела, 2007. - 584 с.
33. Бош сервіс. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://boschservice.lviv.ua/online/>.
34. Волгин В. В. Автобизнес / Волгин В. В. - М. : Маркетинг, 2003. - 890 с.
35. Марков О. Д. Станции технического обслуживания автомобилей / Марков О. Д. - К. :Кондор, 2008. - 536 с.
36. Напольский Г. М. Техническая эксплуатация легковых автомобилей / Напольский Г. М., Кривенко Е. И., Фролов, Ю. Н. - М. : Транспорт, 1975.-215 с.
37. Крамаренко Г. В. (ред.) Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов ; 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1983.-446 с.
38. Новий китайський виробник електромобілів випускатиме по машині кожну хвилину. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://mind.ua/news/20218452-novij-kitajskij-virobnik-elektromobiliv-vipuskatime-po-mashini-kozhnu-hvilinu>
39. Мур_khochet_polnostyu_pereyty_na_elektromobyly. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.espreso.tv/article/_2017/09/13/