

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ М1

Волинцев Олексій Михайлович, ст. гр. АА-41-19

towerlast5335@gmail.com

Історія автомобілів фактично починається з того часу, як інженерам вдалося створити силову установку з достатнім співвідношенням ваги і потужності, щоб встановити її на типовий для того часу різновид колісного транспорту – кінний візок. Тобто перші автомобілі наслідували конструкцію звичайних гужових повозок з невеликими доопрацюваннями, переважно пов'язаних з необхідністю якось керувати цим візком. Весь цей час автомобілі суспільством не сприймалися серйозно, більшість вважала їх безперспективними, а робота над розвитком цієї ідеї була виключно справою невеличкої групи ентузіастів.

Нова епоха «сучасних» авто починається в 1908 році, коли компанія Ford Motor Company розгорнула серійне виробництво автомобілів Ford Model T представлено на рисунку 1. Хоч і не можна казати, що саме ця модель була першою, яка мала конструкцію наближену до того, що ми звикли бачити сьогодні, вона стала першою, яка змогла своєю масовістю і доступністю витіснити автомобілі інших конструкцій.

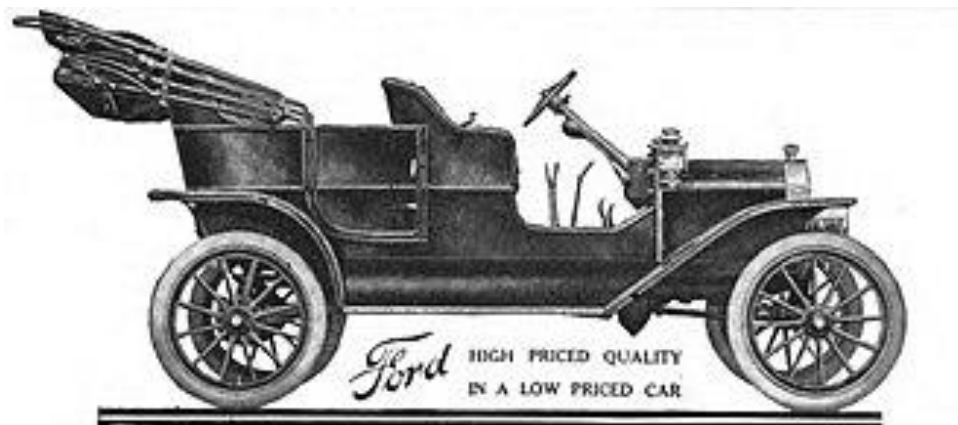


Рис. 1. Ford Model T

Ford Model T використовував дуже просту рамну конструкцію, яка являла собою два швелера кінці яких поєднувались двома перекладинами, до яких кріпились ресори. Кузов кріпився до рами, знаходився повністю над нею і виготовлявся з дерева, обшитого листовим металом.

Lancia Lambda (рис. 2) стала іншою важливою частиною автомобільної історії. Вона була представлена в 1922 році на автомобільній виставці в Парижі, мала незалежну передню підвіску та, що найважливіше, вона стала першим серійним автомобілем з несучим кузовом. З цього моменту починається конкуренція між цими двома основними типами конструкцій, які набули найбільш поширеного застосування і до сьогодні залишаються такими.

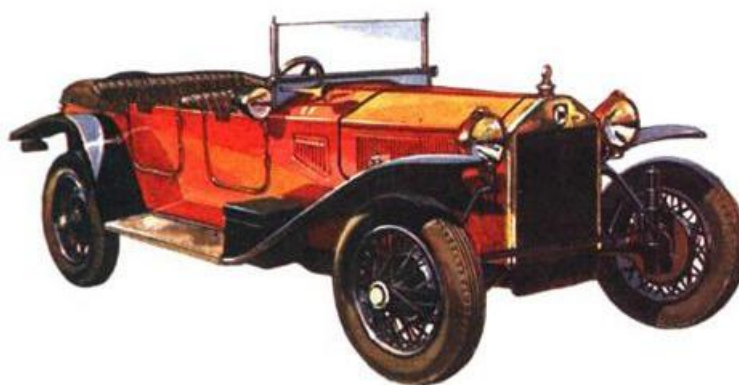


Рис. 2. Lancia Lambda

Серед автомобілів категорії М1 найбільш поширеними можна вважати такі види рам (рис. 3): сходова, х-подібна, периферійна та хребтова.

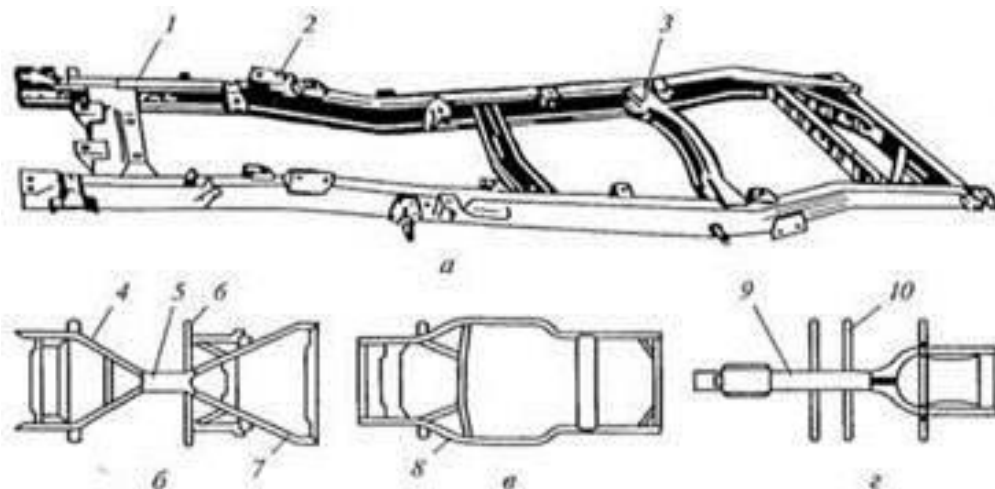


Рис. 3. Види рамних несучих систем

Несучі кузови поділяються на каркасно-панельні, скелетні (рис. 4), оболонкові (рис. 5) та безкаркасно-оболонковий (рис. 6).

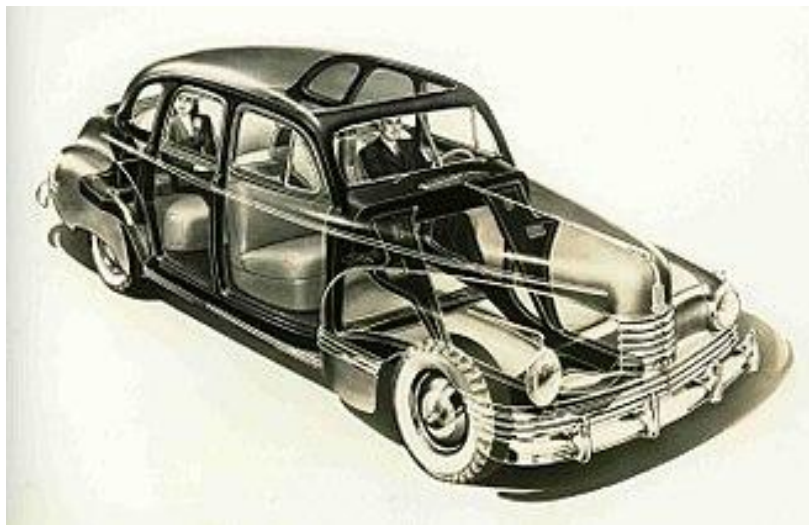


Рис 4. Скелетний несучий кузов



Рис. 5. Оболонковий кузов



Рис. 6. Безкаркасно-оболонковий кузов

В автомобілях з несучим кузовом несучу функцію виконує сам кузов, а не рама, як в автомобілях з рамною конструкцією. Однак, в таких автомобілях використовуються інші елементи, які допомагають зберегти жорсткість і міцність конструкції. Зазвичай це металеві «підсилювачі» на порогах, дверях, стійках, підлозі, криші і т. д.. Вони зв'язують різні частини кузова між собою та допомагають забезпечити максимальну жорсткість конструкції для підвищення безпеки пасажирів. Таким чином, хоча у таких автомобілів і немає рами, принцип їх побудови полягає в розподілі навантаження між різними елементами конструкції, які спільно виконують несучу функцію.

Кузов типу монокок є конструкцією, в якій кузов автомобіля є одною цілісною конструкцією, яка надійно утримує в собі всі інші компоненти, включаючи двигун, трансмісію, підвіску та інші вузли. Основні етапи виробництва кузова типу монокок наступні:

1. Розробка макету - першим етапом є розробка 3D-моделі кузова з використанням спеціального програмного забезпечення. Макет повинен враховувати всі вимоги щодо міцності, жорсткості та безпеки.
2. Виготовлення форми - на основі макету виготовляється форма з металу або кераміки, яка відображає форму кузова.
3. Викладання матеріалу - для виготовлення кузова типу монокок використовують шари композитних матеріалів (скловолокно, карбонові волокна, Kevlar) у вигляді плоских листів. Ці листи вкладаються в форму вручну або за допомогою спеціального обладнання, що дозволяє автоматизувати процес вкладання. Після вкладання кожного шару матеріалу в форму, він просочується спеціальною смолою, яка в згорнутому стані називається сухим карбоном.
4. Вакуумне пресування - після того, як всі шари матеріалу з просоченою смолою вкладені в форму, форму поміщають в вакуумний камеру. Після цього форма пресується, а відсутність повітря дозволяє забезпечити рівномірне розподілення матеріалу та смоли.
5. Зняття з форми та підготовка до фінішної обробки.

У процесі виробництва кузова типу монокок використовуються сучасні технології та обладнання, що дозволяє досягти високої якості та ефективності виробництва.

Виробництво кузовів з карбону може відрізнитися в залежності від технології, яка використовується. Одна з технологій виготовлення карбонових кузовів - це технологія "мокрого карбону". При цій технології карбонові волокна змочуються смолою та наносяться на форму. Після цього кузов висихає та загартовується, щоб створити жорстку конструкцію. З іншого боку, при виробництві кузовів з сухого карбону, карбонові волокна використовуються в сухому вигляді, тобто без попереднього змочування смолою. Спочатку на форму наноситься шари карбонових волокон, після чого застосовуються спеціальні смоли, щоб забезпечити жорсткість та міцність конструкції. Основна відмінність між виробництвом кузова з сухого карбону та звичайного карбону полягає в тому, які смоли використовуються. При виробництві кузовів з сухого карбону використовуються спеціальні смоли, які дозволяють досягти більшої міцності та жорсткості кузова, а також забезпечують більшу точність та стабільність форми конструкції. Це робить кузов з сухого карбону більш міцним та легшим, ніж звичайний карбоновий кузов. В цілому, виробництво кузова з сухого карбону є складнішим та вимагає більшої точності, але дозволяє отримати більш міцний та легкий кузов, що може забезпечити кращі характеристики щодо маневреності, швидкості та паливної ефективності.

Елементи безпеки, такі як поясні ремені, подушки безпеки та ребра жорсткості, зазвичай кріпляться до карбонових кузовів автомобілів так само, як і до кузовів з металу. Вони можуть бути закріплені безпосередньо на карбонових шарах за допомогою спеціальних заклепок, вставок або клейових з'єднань.

Карбонові кузови автомобілів зазвичай розробляються з допомогою комп'ютерного моделювання та чисельних аналізів, що дозволяє врахувати поведінку елементів безпеки під час ДТП та забезпечити максимальну ефективність захисту пасажирів.

Під час ДТП карбонові кузови можуть поводитися по-різному залежно від типу та інтенсивності удару. У деяких випадках, карбонові елементи можуть вигинатися, розколюватися або розбиватися на шматки. Проте, в карбованих кузовах можуть бути також встановлені елементи жорсткості, які забезпечують певний рівень структурної міцності та здатності до деформації, що дозволяє знизити ризик травмування пасажирів від удару.

Кузов автомобіля з карбованих матеріалів може мати кращу ефективність розсіювання енергії удару в порівнянні з кузовами з металевих матеріалів. Однак, точні дані залежать від багатьох факторів, таких як конструкція кузова, товщина та склад карбованих шарів, матеріали, що використовуються для каркасу, та інші фактори.

Карбонові матеріали мають високу міцність та жорсткість при відносно низькій масі, що дозволяє створювати більш міцні та легкі кузови. У порівнянні з металевими матеріалами, карбон має більшу міцність на одиницю маси, що означає, що кузови з карбованих матеріалів можуть бути більш міцними та легкими одночасно.

Крім того, карбонові матеріали можуть бути виготовлені зі складними геометричними формами, що дозволяє створювати більш складні та ефективні конструкції. Таким чином, кузови з карбону можуть розсіювати енергію удару більш ефективно, оскільки їх конструкція може бути оптимізована для цього завдання.

Деякі виробники автомобілів заявляють, що кузови типу монокок можуть поглинати до 30% більше енергії в порівнянні з рамними несучими системами.

Загалом, кузов автомобіля з карбованих матеріалів може бути більш безпечним, оскільки він може забезпечувати кращу ефективність розсіювання енергії удару. Проте, ефективність поглинання енергії удару залежить від багатьох факторів, і тому кузови з карбону не завжди будуть кращими за кузови з металевих матеріалів в кожному конкретному випадку.

Якщо говорити про застосування, то рамні несучі системи застосовувались найбільш активно в першій половині ХХ сторіччя. Така конструкція має ряд переваг, головними з яких є простота виробничого

процесу, довговічність, здатність витримувати суттєві навантаження, можливість використання одного шасі в багатьох моделях авто, що дозволяє спростити и здешевити виробництво. Для того, щоб зрозуміти недоліки, достатньо просто звернути увагу на те коли і чому такий тип несучої системи почав втрачати популярність. Сталося це приблизно в 70х-80х роках минулого сторіччя. Саме в цей час світ переживав нафтову кризу, вартість палива суттєво зростала. В попередні десятиріччя автомобіль остаточно перестав бути предметом розкоші і почав з'являтися в багатьох. Зростання кількості машин призводила до зростання рівня аварійності і смертності в ДТП. Ці фактори змушували автовиробників робити вибір на користь транспортних засобів з несучим кузовом. «Рамні автомобілі» мають значно більшу вагу, через що вимагають потужніших силових агрегатів, що в цілому призводить до збільшення витрати палива. Також така конструкція має вищий центр мас, що негативно впливає на керуваність авто і підвищує ризик перевероту в разі ДТП. Застосування несучого кузова давало змогу знизити витрату палива, а з розвитком технологій металообробки вдалось суттєво підвищити безпеку для водія та пасажирів. Виробники почали масово застосовувати метали з різними показниками міцності та пластичності, що дозволило створювати зони для поглинання енергії удару і значно підвищити пасивну безпеку.

Підсумовуючи, можна відзначити, що обидва типи конструкцій мають як свої переваги, так і недоліки, що можна побачити виходячи з того факту, що обидва типи несучих систем досі активно виготовляються, але займають кардинально протилежні частини автомобільного ринку. Несуча рама частіше використовується в спеціальній техніці, комерційному транспорті а також автомобілях підвищеної прохідності. В свою чергу несучий кузов набув найбільшого поширення серед міських «дорожніх» автомобілів.

Література:

1) https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F

- 2) http://www.automodels.com.ua/models_history_184.html
- 3) <https://automotive-heritage.com/brand/243>
- 4) https://www.shevchenkove.org.ua/person_syte/Fedyorko/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96

*Науковий консультант: Дон Є.Ю., асистент кафедри автомобілів імені
А.Б. Гредескула, канд. техн. наук*