

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни “Автомобільні кузови”

та виконання контрольних завдань

для студентів спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(Колісні та гусеничні транспортні засоби)

усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Автомобільні кузови” та виконання контрольних завдань для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування (Колісні та гусеничні транспортні засоби) усіх форм навчання. / Укл. : О. В. Дударенко, О. М. Артюх. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 58 с.

Укладачі: Дударенко О.В., канд. техн. наук, доцент
Артюх О.М., канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Слюсаров О.С., канд. техн. наук, доцент

Відповідальний
за випуск: Сосик А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри
“Автомобілі”
Протокол № 1
від “30” серпня 2018 р.

Рекомендовано до видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 56
від “19” вересня 2018 р.

ЗМІСТ

	Стор.
1 Загальні методичні вказівки.....	4
2 Робоча програма і методичні вказівки щодо вивчення тем дисципліни	4
2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни.....	4
2.2 Задачі вивчення дисципліни.....	5
2.3 Рекомендації щодо вивчення дисципліни.....	5
2.3.1 Змістовий модуль 1. Сучасні вимоги до автомобільних кузовів.....	5
2.3.2 Змістовий модуль 2. Загальна методика проектування кузовів.....	31
3 Контрольні завдання.....	52
Рекомендована література.....	58

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Курс лекцій “Автомобільні кузови” знайомить студентів інженерно-технічних спеціальностей з проблемами, що виникають при проектуванні автомобільних кузовів: питаннями аеродинаміки, механіки і безпеки кузовних конструкцій, застосування конструкційних матеріалів; із технологічними процесами виготовлення окремих деталей і остаточним складанням кузовів з їхнім наступним фарбуванням, а також із споживчими властивостями кузова. Розглядаються питання кондиціювання, опалення, вентиляції і шумопоглинання в кузовах. Окремі положення і спільні питання курсу викладаються в одній темі лекції, що об’єднує в цьому випадку дві і навіть три теми із близькою по змісту тематикою.

Об’єм дисципліни – 28 аудиторних годин для студентів денної форми навчання та 6 аудиторних годин для студентів заочної форми навчання. Для студентів заочної форми навчання на установчу сесію виносяться наступні теми курсу: “Основи технології виготовлення автомобільних кузовів”, “Основні питання проектування кузовів” та “Розробка проекту кузова автомобіля”.

Методичні вказівки мають допомогти студентам отримати теоретичні знання, а також дають відповідне розуміння і широке роз’яснення основних експлуатаційно-технічних якостей автомобільного кузова, його ролі у автомобілебудуванні; компонування основних його елементів; методів побудови поверхні та методів розрахунку елементів кузова, які забезпечують системний підхід при проектуванні автомобілів з урахуванням усіх факторів.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни “Автомобільні кузови” є вивчення основних експлуатаційно-технічних якостей автомобільного кузова, оволодіння основними методами компонування, розрахунку його елементів, ознайомлення з технологією виготовлення.

2.2 Задачі вивчення дисципліни

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- призначення автомобільного кузова та його роль в автомобілебудуванні;
- класифікацію кузовів за формою, призначенням та технічними даними;
- способи та порядок проектування автомобільних кузовів, компонування і планування автомобільних кузовів;
- вплив форми автомобільного кузова та навісних елементів на аеродинаміку і формування потоків повітря усередині салону;
- вплив кузова на активну і пасивну безпеку автомобіля;
- розробку поверхні кузова і методи її побудови;
- навантажувальні режими кузова та розрахунок його елементів.

2.3 Рекомендації щодо вивчення дисципліни

При вивченні дисципліни “Автомобільні кузови” студенти повинні володіти матеріалами наступних курсів: “Автомобілі. Основи конструкції”; “Вища математика”; “Фізика”; “Інформатика”; “Опір матеріалів”; “Технологічні основи машинобудування”; “Технологія конструкційних матеріалів”; “Нарисна геометрія, інженерна та комп’ютерна графіка”. Успішне вивчення дисципліни передбачає також використання сучасних інформаційних технологій (Internet).

В подальшому навчанні знання розділів дисципліни необхідно при вивченні основних курсів даної спеціальності.

Курс лекцій “Автомобільні кузови” складається з двох змістових модулів. Зміст теми наведено після її назви. В дужках вказано кількість годин для самостійного вивчення даної теми для студентів заочної форми навчання.

2.3.1 Змістовий модуль 1. Сучасні вимоги до автомобільних кузовів

Тема 1. Вступ (6,5 год.).

Предмет та завдання курсу. Історія автомобільного кузовобудування. Кузов – людина – автомобіль – виробництво – система перевезень – оточуюче середовище. Зв’язок форми та конструкції кузова з технологією та умовами експлуатації. Кузов – система перевезень.

Література: [1], с. 5-24; [2], с. 9-19, 25-29, 35-39; [4], с. 5-10.

Сучасний кузов, як найбільш помітна і використовувана частина автомобіля, є одним з істотних елементів нашого життя. З цього погляду вірніше визначити кузов як прийняту форму для переміщення людей, вантажу або засобів обслуговування.

Оскільки автомобільний кузов – це продукт існуючого рівня техніки, організації і рівня життя, а також поглядів на функції автомобіля, він не піддається постійним змінам у рамках загального розвитку і способу мислення. Отже, сучасний кузов не є остаточною формою і верхом можливостей. Це треба мати на увазі взагалі, а особливо враховувати на вирішальних етапах експлуатаційних, проектувальних і технологічних рішень.

Автомобільний кузов є продуктом каретного ремесла, про що свідчить хоча б сама назва: coach (англ. – екіпаж), rowoz (польськ. – екіпаж), carrozzeria (італ. – колимага), carrosse (франц. – карета).

В автомобільній промисловості є кілька тенденцій, що обумовлюють висування на передній план питань проектування конструкції кузова. Ці тенденції підвищують необхідність більш широкої підготовки в області теорії конструкцій конструкторів і проектувальників. Сьогодні силові агрегати автомобіля, коробки передач і підвіски стають до такого ступеня досконалими і стандартизованими, що в зв'язку з цим відпадає необхідність у проведенні широких змін при введенні нових моделей. У процесі створення нових моделей кузовів доводиться рахуватися зі змінами смаків і моди, що впливають на вибір форми, а також їх вагою і реактивним гальмовим (тяговим) моментом, бічного навантаження, що виникає при русі на повороті.

Крім того, нові моделі конструюють для певних секторів ринку. У цьому випадку конструкція кузова пристосовується з метою задоволення специфічних вимог даного сектора ринку. У той же час на промисловість виявляється сильний економічний тиск, що змушує скорочувати час доведення нових моделей, дотримуватись стандартів надійності і безпеки конструкції без здійснення програми будівництва більш широких автомобільних доріг.

Початком постановки кузовної проблематики можна вважати 1912 р., коли Henry Ford почав технологічне удосконалювання кузова автомобіля “Ford T”. Інженер Harold C. Will у 1908 р. застосував у

цьому знаменитому автомобілі кілька незвичайних для того часу рішень, зокрема раму кузова у вигляді ферми з легких сплавів (по ліцензії, закупленої у Франції) і кузов, що вважався тоді символом сучасності. У ході аналізу початого серійного виробництва продукції виявилось, що кузов є головною складовою частиною по вартості, тому що трудомісткість його виготовлення перевищила кілька десятків робочих годин (для порівняння – на виготовлення двигуна було потрібно близько 10 робочих годин). Це була вартість, у якій слід було шукати головну економію і можливості зниження ціни в ім'я реалізації девізу “автомобіль для всіх”. У наступній моделі “Ford A” з кузова була вилучена значна кількість дерева, що зменшило обсяг ручної роботи, але проблема зниження трудомісткості виготовлення кузова була вирішена лише частково, тому що залишалася ще велика кількість ручних зварювально-монтажних робіт.

Переломним моментом в історії автомобільних кузовів був 1928 р., коли фірма Budd (США, Філадельфія) застосувала патент на суцільнометалевий кузов з великих штампованих деталей, що містять віконні та дверні прорізи. Штампуванням всіх елементів кузова з металевих листів, забезпеченим відповідним оснащенням, а також стикуванням частин були скорочені дорогі ручні операції і знижена трудомісткість шляхом зменшення кількості деталей та з'єднань.

На рубежі 30-х років удосконалене з'єднання штампованих деталей кузова введенням у промислових масштабах контактного електричного зварювання.

Принциповим поворотом у створенні кузова став у 50-х роках випуск безрамних автомобілів з несучими кузовами. Кузов став тоді основою автомобіля, його кістяком і головним елементом. Ця еволюція кузова була продиктована конструктивними, технологічними та економічними міркуваннями. Автомобілі з несучими кузовами стали більш міцними внаслідок більшої жорсткості кузова, більш технологічними з погляду меншого числа деталей і складальних операцій, а також більш економічними внаслідок зниження ваги та зрівнювання довговічності несучої структури.

У середині 50-х років з'являється поняття “механіка кузова”, як важлива частина автомобілебудування. Разом з величезним зростанням виробництва автомобілів на початку 50-х років виникає проблематика архітектури кузова. Вона бурхливо розвивається під

впливом ряду італійських проєктувальників, таких як F. Vignale, P. Farina, G. Ghia, T. Zagato і G. Michelotti. З'являється поняття *industrial design* (проєктування промислових форм). При заводах створюються центри вивчення форми кузова із залученням до роботи талановитих художників. Хоча оцінка архітектури кузова якоюсь мірою суб'єктивна, однак, можна виділити видатні досягнення французьких і англійських кузовних шкіл.

До середини 20-х років XX сторіччя у дизайні автомобілів вгадувалися форми кінних екіпажів. Машини, які випускалися з середини 20-х до середини 30-х років, були виконані в стилі *Art Deco*. Автомобільний дизайн перекликався з основними асоціаціями про машину - динамікою, потужністю та швидкістю.

На зміну *Art Deco* прийшов *Streamline Moderne*. Він характеризувався обтічними формами, накладеними на значні розміри авто.

У 50-х роках для автомобілів були характерні метафоричні форми кузова. Вони нагадували про початок космічної ери людства. У лініях автомобілів вгадувалися елементи дизайну літаків та ракет.

У середині 70-х років до дизайну автомобілів увійшла розкіш і неокласичний стиль. Характерним представником цього стилю є чотиридверний седан американського виробництва *Marquis Brougham* 1967 р.

До кінця двадцятого століття була змінена конструкція двигуна, що спричинило за собою зміну вигляду машини. Вісімдесяті роки можна вважати революцією у зовнішньому вигляді автомобілів. На зміну квадратним формам прийшли більш округлі. На перший план при створенні дизайну виходять закони аеродинаміки. Обтічність дозволяла істотно знизити витрату бензину, що було особливо актуально (наприкінці сімдесятих років світ накрила друга хвиля бензинової кризи).

У 90-ті роки основою дизайну автомобіля залишалися отримані у 80-х округлі форми, які стали ще більш тонкими і плавними. Цього результату вдалося досягти завдяки використанню комп'ютерних технологій проєктування, які в цей період стають масовими. У 1997 році вийшов *Ford Ka*. У його дизайні вперше було використано геометричний стиль "Нова грань". Ця машина була піонером нової "геометричної" або "комп'ютерної" форми кузова. До кінця 90-х років максимальна округлість (стиль біодизайн) змінюється поєднанням округлих і гранованих елементів.

Сучасний дизайн автомобілів став прогресувати в сторону футуристичного майбутнього – він більш скульптурний, а кузов автомобілів став постійно зростати в розмірах. Починаючи з 2000-х років спостерігається постійне збільшення в розмірах передньої оптики і вентиляційних отворів в екстер'єрі (реальні або імітаційні). В тому числі, нещодавно знову в моді став хром, якого стає в сучасних автомобілях все більше і більше. Але, головне, зовсім недавно дизайнери почали застосовувати дивні текстури дизайну кузова з поєднанням рваних ліній.

У зовнішньому автомобільному дизайні головними є пропорції. Неправильний підхід – це занадто довга передня або задня частина машини. Колеса повинні бути пропорційні загальному розміру і виділятися візуально, так як весь об'єм спирається на них. Це спрацьовує не тільки з технічної точки зору, але і з психологічної. Чим солідніше опора, тим більше до неї довіри.

Складність в створенні індустріального дизайну автомобіля для масового виробництва полягає в тому, що моделі повинні відповідати заданим габаритам, розмірам двигуна, коліс, об'єму вільного простору в салоні. Існує багато обмежень, будь-яка велика зміна може привести до переходу автомобіля в інший ціновий сегмент. Ще один вагомий аспект, який стоїть на шляху у інновацій – законодавчі обмеження. Висота криши, розміри фар і дзеркал – параметри, які обумовлені законами і вимогами до безпеки. Дизайнери не можуть їх змінювати.

Кузов автомобіля – це приміщення для водія, пасажирів і вантажу. До кузова відносять також оперення: облицювання радіатора, капот двигуна, крила або кожухи коліс, буфера (у деяких конструкціях буфера і підніжки віднесені до рами шасі). Кузов пасажирського автомобіля або кабіна вантажного повинні захищати водія і пасажирів від вітру, пилу, дощу, снігу та додавати автомобілю гарний зовнішній вигляд і обтічну форму.

Основні вимоги до кузовів транспортних засобів:

- дотримання габаритів за зовнішніми розмірами;
- міцність конструкції при малій вазі;
- зручність планування пасажирського салону, приміщень обслуговуючого персоналу, розміщення вантажу;
- наявність засобів вентиляції, опалення й освітлення;
- форма кузова повинна забезпечувати мінімальний опір руху.

Механізми двигуна і шасі виконують приводні функції, що забезпечують рух автомобіля. Кузов же виконує споживчі функції, під

якими можна розуміти відносини *кузов-людина* і *кузов-система перевезень*. Крім цих двох споживчих зв'язків виявляються також виробничі відносини: *кузов-автомобіль* і *кузов-автомобільна промисловість*. Цими чотирма відносними залежностями можна ясніше визначити значення кузова, чим одним загальним описом.

Відношення *кузов-людина* розглядається з погляду психіки, психофізіології або функціональних залежностей. Людина виступає в них як власник, водій, пасажир, перехожий, глядач та житель міста. Ці залежності можуть мати аспекти: економічний у фінансовому сенсі, робітник у сенсі виконуваної роботи, аспект відпочинку (як туризм і спорт), а також естетичний у розумінні візуальному. Частка цих аспектів різна в окремих залежностях для людини як індивідуума і як сукупності людей.

Кузов-автомобіль. Кузов є основною складовою частиною маси і вартості автомобіля. У легкових автомобілях кузов складає 40-60%, в автобусах 60-70%, а в автофургоні 40-50% їхньої власної маси і вартості виробництва. Виключенням є вантажні автомобілі з платформою, кузов яких складає відповідно 15-25%, але це тільки з платформою, тому що використання контейнерів та спеціалізованих кузовів підвищує ці значення. Вантажопідйомність автомобіля у вирішальній ступені визначається кузовом, як різниця між сумою припустимих навантажень на колеса та власною масою автомобіля. Зменшення маси кузова є одним з найбільш ефективних засобів поліпшення багатьох показників автомобіля, наприклад, собівартості, вантажопідйомності, витрати палива, динамічних показників. Економічність автомобільного кузова прямопропорційна його довговічності та зворотньопропорційна вартості його виготовлення, ремонту і підтримки його в технічно справному стані.

Кузов-автомобільна промисловість. Частка кузова у масі і вартості автомобіля на автомобільних заводах знаходить висвітлення у машинному парку, спеціалізованому устаткуванні та виробничій площі для виготовлення кузова. Чотири основних етапи виробництва кузова – штампування, зварювання, фарбування і збирання – обумовили те, що автомобільні заводи фактично перетворилися в заводи, що виготовляють кузови та монтують агрегати. Це відбулося по двох причинах. Перша – практична неможливість проведення інтенсивних дослідницько-технологічних робіт в області всіх різноманітних частин автомобіля, друга – необхідність розвитку

проблем дослідницьких і проектних робіт з кузовів, для чого потрібні великі площі, дуже дороге устаткування та специфічна організація впровадження нових моделей.

Кузов-система перевезень. Кузов здобуває усе більше принципове значення внаслідок постійно прогресуючої оптимізації перевезень, технічного обслуговування та ремонту. Оптимізація перевезення товарів зводиться, загалом, до найкращого використання площі і вантажопідйомності автомобіля, а також до скорочення тривалості навантажувальних та розвантажувальних робіт. Використання площі автомобіля залежить від конфігурації вантажного простору кузова, що повинно бути (а цього здебільшого не буває) кратним нормалізованому упакуванню вантажу, насамперед, у відповідності зі стандартами ISO (міжнародна організація по стандартизації). Тривалість вантажно-розвантажувальних робіт також залежить від типу кузова, тому що у закритих кузовах визначається видом і розмірами дверних прорізів, а у відкритих – застосуванням навантажувальних пристроїв (також розміщених на автомобілі маніпуляторів). *Система перевезень* – це не тільки доставка товарів і вантажно-розвантажувальні роботи, але і ряд процесів обслуговування і ремонту автомобіля. У цих процесах догляд за кузовом має дуже важливе значення. Довговічність кузова визначає загальну економічність кожного автомобіля, тому що знос кузова практично означає потребу у новому автомобілі.

Питання для самоперевірки

1. Основні етапи еволюції кузовів.
2. Яку роль відіграє кузов в автомобілебудуванні?
3. Як впливає форма кузова автомобіля на ринковий попит автомобіля?
4. Яку частку працевтрат складає кузов у виробництві автомобіля?
5. Назвіть споживчі функції кузова.
6. Які існують зв'язки між формою, конструкцією кузова та умовами експлуатації?
7. Які вимоги пред'являють до автомобільних кузовів?
8. Які споживчі функції виконує автомобільний кузов?

Тема 2. Будова кузова. Матеріали для виробництва кузовів (11,5 год.).

Класифікація кузовів по формі, за призначенням та технічними даними. Основні вузли та деталі кузова. Сталі, алюміній та сплави у сучасному кузовобудуванні. Неметалеві матеріали, які використовуються для виробництва кузовів.

Література: [1], с. 25-37; [2], с. 39-59; [3], с. 9-19, 25-29, 35-39; [4], с. 10-47, 124-145, 167-182, 197-214.

У автомобілів рамної конструкції рама повинна забезпечити несучі властивості і переносити важкі та різкі навантаження. Тому зі збільшенням розмірів транспортного засобу збільшується і масивність конструкції рами автомобіля. Найпростіша рама легкового автомобіля складається з двох металевих балок (лонжеронів), які скріплені між собою через поперечки. Для з'єднань елементів рами між собою застосовують зварювання, заклепки, або, у більш рідкісних випадках, там, де немає можливості встановити заклепку – спеціальними болтами.

За призначенням автомобільні кузова діляться на вантажні, пасажирські (легкові, автобусні), вантажопасажирські та спеціальні. У вантажному кузові розміщуються всілякі вантажі, у пасажирському – люди, у вантажопасажирському – люди та вантажі, а у спеціальному – різне обладнання (лабораторне, медичне).

За способом розміщення вантажу, пасажирів і силового агрегату в кузові автомобіля розрізняють кузова: однооб'ємні – силовий агрегат, відсік для пасажирів і вантажу розташовані в єдиній просторовій конструкції (автобус, міні-вен, безкапотна кабіна вантажного автомобіля і т.п.); двохоб'ємні – силовий агрегат під капотом, пасажирів і вантаж в іншому відсіку кузова (універсал, хетчбек, капотная кабіна вантажного автомобіля і т.п.); трьохоб'ємна – силовий агрегат під капотом, пасажирів в кабіні (пасажирському салоні), а вантаж в багажному відділенні (класичний приклад – седан).

Залежно від конструкції кузова автомобілів виконують каркасними, напівкаркасними (скелетними) та безкаркасними (оболонковими).

Каркасний кузов має жорсткий просторовий каркас, до якого прикріплені зовнішні та внутрішні облицювання. Усі навантаження кузова сприймаються каркасом. Облицювання навантажень не несуть.

Каркасний кузов застосовується на сучасних автобусах і деяких легкових автомобілях.

Напівкаркасний (структурний) кузов має тільки окремі частини каркаса (дуги, підсилювачі), які з'єднуються між собою зовнішніми і внутрішніми облицюваннями. Усі навантаження кузова сприймаються спільно частинами каркаса та облицювання. Напівкаркасні кузова застосовуються на сучасних легкових автомобілях та автобусах. Напівкаркасними також виконуються суцільнометалеві кабіни вантажних автомобілів.

Безкаркасний (оболонковий) кузов жорсткого просторового каркасу не має. Він являє собою корпус (оболонку), що складається з великих штампованих частин і панелей, з'єднаних між собою зварюванням у просторову систему. Для того, щоб такий кузов володів необхідною жорсткістю, частинам і панелям кузова надають певну форму та перетин. Усі навантаження кузова сприймаються його корпусом. Безкаркасними виконуються кузова сучасних легкових автомобілів, так як вони дуже технологічні при виробництві - автоматичне зварювання панелей кузова може виконуватися на конвеєрі. Безкаркасними також виготовляються суцільнометалеві кабіни вантажних автомобілів.

За характером навантажень, які сприймаються кузовами, вони поділяються на несучі, напівнесучі та розвантажені.

У несучого кузова рама відсутня і всі навантаження, що діють на автомобіль, сприймаються кузовом. Несучий кузов мають більшість сучасних легкових автомобілів (крім вищого класу) та автобусів.

Основу несучого кузова легкового автомобіля створює каркас, на який кріпляться всі інші вузли і агрегати, включаючи двері, кришки капота і багажника та ін. Каркас складається з боковин кузова, у яких зроблені дверні прорізи, лонжеронів основи, або порогів у дверних отворах, стійок кузова, на яких кріпляться дверні петлі і замки панелі даху та панелі підлоги. При наявності приводу задніх коліс на панелі підлоги виконано тунель карданного валу. Двері кузова легкових автомобілів виконані у вигляді двох штампованих панелей: зовнішньої і внутрішньої, з'єднаних між собою за допомогою фланців, з'єднувачів і надставок.

Несучі кузова автобусів по конструктивних елементах подібні кузовам легкових автомобілів, але мають суттєві відмінності. В автобусних кузовах частіше, ніж в кузовах легкових автомобілів,

використовується алюміній у вигляді листів та різних профілів. З'єднання елементів кузова між собою зазвичай здійснюється заклепками. Каркас кузова автобусу, в основному, складається з поздовжніх і поперечних елементів, до яких заклепками або точковим зварюванням (при сталевих деталях) прикріплюються зовнішні панелі, які представляють собою плоскі листи металу. Поперечні елементи каркасу, що утворюють жорстку рамку, називаються шпангоутами, поздовжні елементи каркасу – стрингерами.

Основа автобусного кузова, як правило, виконується у вигляді самостійно працюючої системи, на яку встановлюється каркас кузова, який, в цьому випадку, сприймає відносно невеликі навантаження. Така основа називається несучою або інтегральною. Інтегральна основа дозволяє вносити зміни в конструкцію кузова і випускати одночасно автобуси з різними кузовами. Простір між окремими елементами інтегральної основи використовують для розміщення паливних баків, ресиверів пневмосистеми, акумуляторних батарей і інших пристроїв, а на міжміських і туристичних автобусах – для розміщення багажу.

Напівнесучий кузов жорстко з'єднується з рамою та сприймає частину навантажень, що діють на раму. Такого типу кузов знайшов застосування на автобусах.

Розвантажений кузов жорсткого з'єднання з рамою не має. Він встановлюється на рамі, на гумових та інших прокладках, подушках і, крім навантаження від вантажу, що перевозиться, ніяких інших навантажень не сприймає. Розвантажений кузов застосовується на вантажних та легкових автомобілях.

За технологією з'єднання елементів кузова поділяють на клепані, зварені й комбіновані.

У **клепаному** кузові його елементи з'єднані за допомогою заклепок, що було на ранніх стадіях розвитку конструкцій, коли інших технологій не існувало. Клепані кузови мали послаблення перерізів і високу вартість зборки. Але при такому з'єднанні існує відносно проста технологія зміни деталей кузова, що важливо під час ремонту.

У **звареному** кузові деталі зварені між собою. Ця більш сучасна технологія усуває недоліки клепаного кузова й зміцнює його конструкцію.

Конструкція **комбінованого** кузова має переваги попередніх двох.

За конструкцією рами (основи) кузовів їх можна поділити на кузови, що мають у основі площинну раму (трамваї, вагони метро) й кузови з просторовою рамою (тролейбуси ЗіУ-9). У першому випадку поздовжні й поперечні елементи рами (двотаври, швелери тощо) з'єднані в одну площину й до них кріпляться стіни та обладнання. Така конструкція проста та надійна. У другому випадку конструкція рами (основи) більш складна, але у її порожнинах розташовано інше обладнання, чим знижується центр ваги кузова.

Класифікація кузовів за принципом розподілу форм, а також у залежності від функції і структури дозволяє одержати цілісне представлення про кузов.

За матеріалом, з якого виготовлені кузови, їх можна поділити на найбільш розповсюджені: сталеві, алюмінієві й ті, що мають пластмасові елементи. Якщо кузови, виготовлені зі сталі, мають високу міцність, відпрацьовану технологію виготовлення й ремонту, то алюмінієві мають такі головні переваги, як зменшена вага й задовільні антикорозійні властивості. Пластмасові елементи й навіть такі панелі, як задня чи передня, дають сучасним кузовам подібні переваги над сталевими. Алюмінієві та пластмасові елементи застосовані на тролейбусах К12-03, К12-04 виробництва Київського літакобудівного заводу імені Антонова, де відпрацьована відповідна технологія.

Прийняті критерії класифікації дають можливість коротко охарактеризувати не тільки кузов у відношенні форми, призначення, корпусу, але і за технологію виготовлення.

Різноманітність кузовних матеріалів визначається характером трьох основних складових кузова – корпусу, обробки й оснащення. За матеріалами вони настільки різні, що в принципі відносяться до компетенції різних фахівців в області матеріалознавства. Для загальних задач проектування і конструювання буде корисним короткий огляд основних властивостей кузовних матеріалів. Нижче дані найважливіші матеріали, що можуть бути застосовані в автомобільному кузовобудуванні.

Здавна використовуваним конструкційним матеріалом у кузовобудуванні є дерево. Його застосовували з початку виникнення автомобільної промисловості, як матеріал найбільш доступний, дешевий і легкий. З розвитком серійного виробництва внаслідок численних недоліків дерева, як конструкційного матеріалу

(анізотропність, вологопроникність, труднощі з'єднання та одержання ідентичності конструкції, а внаслідок цього непридатність до масового виробництва), конструктори і технологи почали застосовувати матеріали, що більше відповідали потребам автомобільної промисловості, яка швидко розвивається. Одним з таких матеріалів виявилася сталь. З моменту освоєння прокату тонких сталевих листів і розв'язання проблеми глибокого штампування та зварювання були вирішені найважливіші питання серійного і масового виробництва.

Таким чином, при масовому виробництві цілком були витиснуті дерев'яні каркаси, встановлені на перших автомобілях. З введенням прогресивної технології глибокого холодного штампування низьковуглецевих сталевих листів малої товщини (близько 0,8 мм), стало можливим створення кузова обтічної форми, значне збільшення розмірів штампованих частин, а також спрощення їх з'єднань.

Сучасний сталевий кузов складається зі значного числа дрібних штампованих деталей, але їх легко можна з'єднати за допомогою точкового зварювання у вузли, з яких остаточно збирають кузов. З переходом від конструкції з дерев'яним каркасом і листовим покриттям до суцільнометалевого корпусу, на 12-15% зменшилася маса кузова і значно збільшилася його міцність. Одночасно істотно була знижена ціна кузова, спрощені його обслуговування і ремонт.

Як тільки було встановлено, що корпуси металевих кузовів мають високу жорсткість, їх почали використовувати як несучі елементи з метою розвантаження рами. Нерідко кузов, як досить жорсткий елемент, виключає застосування рами. Таким чином, з'явилися несучі кузови. Перші несучі кузови були каркасного типу – несучим елементом був каркас. У тридцятих роках було створено безкаркасну несучу конструкцію автомобіля CITROEN.

Кузов повинен мати достатню міцність та довговічність, а також задовільний опір ударам при зіткненні автомобілів. Отримати такий кузов можна шляхом холодного штампування деталей з листової вуглецевої (конструкційної) сталі (05кп, 08кп, 10кп, 15кп, 20кп, 08пс, сталь 10, 15, 20, 20кп, 07ГСЮФТ, 08ГСЮТ). Такі сталі мають високу пластичність і дозволяють виконувати деталі з глибокою витяжкою. Проте, все одно неможливо виготовити весь кузов з одного або декількох листів однієї марки сталі. Також застосовуються леговані

(конструкційні) сталі – 40Х, 20ХН2М, 35ХГСА; корозійностійкі сталі – 20Х13, 14Х17Н2, ВНС-2М, ЕІ878-М1 і 12Х18Н10Т та інші.

На теперішній час найбільші металургійні компанії, що виробляють автолистову сталь, працюють над створенням сталей з покращеними споживчими властивостями. Серед найбільш важливих напрямків можна відзначити:

- високоштампуємий прокат зі сталі з наднизьким вмістом вуглецю;

- сталі підвищеної міцності;

- підвищення корозійної стійкості автолиста шляхом освоєння виробництва сталей з цинковим, залізоцинковим і алюмокремнієвим покриттям різного класу міцності і призначення, а також за рахунок оптимізації хімічного складу та технології виробництва самих автолистових сталей.

Результатом сучасних розробок є: сталі, які зміцнюються сушінням лакофарбового покриття (Bakehardenable (BH) steels); ізотропні сталі (isotropic (IS) steels); двофазні сталі (Dual Phase (DP) steels); TRIP-стали (Transformation Induced Plasticity (TRIP) steels); сталі з комплексною фазовою структурою (Complex Phase (CP) steels) та ін.

Розширення застосування легких високоміцних алюмінієвих сплавів є одним з перспективних напрямків зниження маси автомобілів. Корисні властивості алюмінію все ширше використовуються європейськими автомобілебудівниками. Середньорічне зростання його застосування становить $\approx 10\%$. Алюміній привертає автомобілебудівників не тільки своєю легкістю, але і тим, що він не кородує і може бути необмежену кількість разів використаний, як вторинна сировина. По відношенню міцності до маси алюміній перевершує сталь.

Американською фірмою Alun Corp. (м. Ірвін, шт. Каліфорнія) створено новий сплав алюмінію з частинками карбіду бору, названий Boralun, легший і міцніший, ніж сталь та відомі сплави алюмінію.

Застосування пластмас у кузовобудуванні почалося з 1953 року, коли фірма General Motors випустила серію (315 шт.) легкових автомобілів Chevrolet Corvette зі склопластиковими кузовами. В колишньому СРСР експериментальні роботи з пластмасовими (склопластик) кузовами велися з 1958 року: ЗІЛ виготовив дослідний зразок спортивного легкового автомобіля ЗІЛ-112/4, а з 1964 року почалося дрібносерійне виробництво склопластикових кабін для

чотиривісних автомобілів БАЗ-135, а також багатовісних МАЗ і КЗКТ, розроблених на замовлення Міністерства оборони.

Автомобілебудівні фірми створюють конструкції і освоюють в серійному виробництві повністю пластмасові кузови з панелями, наклеюваними на металевий просторовий каркас (Fiat Ecobasic, Chrysler SSU та ін.), а квадроцикли відомих французьких фірм “Мікрока”, “АІК”, “Липси”, італійської “Казалино” виготовляються тільки з пластмасовими кузовами. Випускаються також безкаркасні клесні кузова (“монокок”) для звичайних та спортивних автомобілів.

Частка полімерних матеріалів у конструкції автомобіля безперервно зростає і зараз становить близько 12% від загальної ваги автомобіля середнього класу. Застосовуються термореактивні полімери – епоксидні, фенольні поліефірні смоли, пресматеріали, скло, вугле- і органопластики та термопластичні полімерні матеріали. З полімерів виготовляються не тільки деталі салону (панелі приладів, рульові колеса, оббивка дверей, боковин, даху і підлоги), а й зовнішні панелі кузова (крила, капоти, кришки багажника), а також зовнішні декоративні елементи (бампера, спойлери, решітки радіатора).

Установка скла у кузов легкового автомобіля зменшує його деформації на 20-25% при використанні гумового ущільнювача і на 35-45% – при установці на клей (при дії експлуатаційних, а не аварійних навантажень). При цьому ступінь впливу зростає зі зменшенням класу автомобіля. На теперішній час випускаються наступні типи автоскла. Одношарове скло проходить термічну обробку – загартування (поступовий нагрів і швидке охолодження), тому його називають загартованими (сталініт). Термообробка скла забезпечує його руйнування (наприклад, у випадку аварії) на невеликі осколки з негострими краями. На сучасних автомобілях таке скло використовують у дверях, задньому отворі і т. д., але не виготовляють у якості лобових стекол.

Багатошарове скло (триплекс), складається з декількох шарів та склеюючих їх прозорих полімерів (в офіційній документації такі вироби називають ламінованим, від лат. *Lamina* – смужка, платівка). Стандартами передбачена обов’язкова установка триплексу у якості вітрового у переднє вікно автомобіля.

Полікарбонат – матеріал майбутнього для виготовлення автоскла. Його ударостійкість у 250 разів перевищує ударостійкість звичайного скла і майже у 50 разів – ударостійкість органічного скла.

Він легкий, стійкий до вогню і ультрафіолету, термопластичний та зручний при установці.

Для обробки салону автомобіля застосовують натуральну шкіру, екошкіру, вінілішкіру, біеластік 3D, ковролін, оббивну тканину, стельові тканини, велюр, алькантару, шкірозамінник, вініл, автокарпет. Дані матеріали відрізняються експлуатаційними характеристиками, зовнішнім виглядом та вартістю.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні типи кузовів легкових автомобілів та їхні особливості.
2. За якими ознаками класифікують автомобільні кузови?
3. В чому особливості каркасних, безкаркасних, напівкаркасних кузовів?
4. Назвіть основні вузли та деталі автомобільного кузова.
5. Які конструкційні матеріали використовують у кузовобудуванні?
6. Перелічить найбільш важливі напрямки розвитку автолистових сталей.
7. Які переваги й недоліки алюмінієвих кузовів?
8. Які типи скла використовують у сучасних транспортних засобах?
9. З яких матеріалів виготовляються панель приладів, оббивка сидінь, покриття підлоги?

Тема 3. Безпека автомобіля (11,5 год.).

Активна й пасивна безпеки транспортних засобів. Безпека пішоходів при дорожньо-транспортних пригодах. Навантаження, що виникають при зіткненні. Проблеми конструкцій кузовів вагонного компонування. Критерії оцінки ефективності функціонування забезпечення системи безпеки, її підсистем та елементів. Випробування кузовів.

Література: [1], с. 179-229; [2], с. 184-200; [3], с. 36-66; [6], с. 4-9.

При експлуатації автомобіля відбуваються ушкодження кузова у результаті зіткнень. Це сумна, але на жаль, неминуча дійсність. Проблема безпеки автомобіля і його кузова у зв'язку з ростом

щільності і швидкості руху починає перетворюватися у вузлову проблему виробництва й експлуатації, що вважається важливою у глобальних економічних масштабах. Тому в усьому світі проводяться різними способами численні теоретичні й експериментальні роботи, спрямовані на створення більш безпечного автомобільного кузова. Екстремальні вимоги по безпеці технічно можуть бути виконані, однак витрати на це (маса, вартість) настільки великі, що подібний безпечний автомобіль, з погляду економіки, зовсім нерентабельний, тобто неприйнятний для середнього покупця. Крім того, витрата палива і забруднення навколишнього середовища у такого автомобіля вищі, а це суперечить існуючій тенденції до їх зменшення. Розробка безпечних автомобілів послужила поштовхом для конструктивних удосконалень, як автомобіля, так і захисних систем.

Проблема безпеки автомобіля охоплює три області: активну безпеку, пасивну і безпеку при нещасному випадку, для розгляду яких необхідна загальна інформованість про механіку явища зіткнення. Знання навантажень, що виникають при зіткненні, є основою проектування й оцінки кузова.

До області активної безпеки відноситься усе, що знижує ймовірність дорожньої події. У відношенні кузова автомобіля багато питань визначено діючими нормами на припустимі розміри або такі поняття, як комфортабельність їзди, легкість керування автомобілем та ін. Зазначенні поняття являють собою проблему правильного планування елементів місця водія та якості окремих елементів. Такими елементами є, насамперед, покажчики, перемикачі, важелі, дзеркала і т.п., навіть попільниця та прикурювач, положення яких, стосовно сидіння, повинне відповідати вимогам ергономіки.

Якість елементів місця водія – важливий попереджувальний фактор. Добре спроектоване сидіння забезпечує повітропроникність, належне положення тіла, правильний кровообіг та волю руху рук, зменшує утому водія. Ефективність склоочисників і системи обдуву стекол, дзеркал, протисонячних щитків і т.п. елементів, що поліпшують оглядовість, також знижує ймовірність аварії. У частині активної безпеки одним з факторів, можливо найважливішим, на який кузов може впливати, є психіка людини. Відомо, що в поганому і брудному кузові водій має значно велику тенденцію до поганого поведіння на дорозі, чим водій, що працює у гарних умовах.

Пасивна безпека заснована на зменшенні для водія і пасажирів тяжкості наслідків при дорожніх подіях.

Основні принципи забезпечення пасивної безпеки, щодо яких проєктуються абсолютно всі автомобілі, наступні.

1. Передня і задня частини кузова автомобіля при зіткненні повинні складатися по типу гармошки. Саме такий спосіб визнаний найбільш ефективним для погашення кінетичної енергії від удару.

2. Сам каркас повинен мати достатні показники жорсткості і міцності, щоб захистити пасажирів від можливих травм.

3. Двигун під час зіткнення повинен рухатися обов'язково вниз автомобіля і ні в якому разі не в салон.

4. Переміщення рульової колонки в напрямку водія неприпустимо, адже навіть незначне зміщення керма назад може сильно травмувати грудну клітку водія.

5. Простір салону, де розташовуються ноги, також не повинен деформуватися. Ноги після удару не повинні бути затиснуті і людина могла вільно вибратися з салону.

6. Паливний бак розташовують в самому захищеному місці кузова і додатково встановлюють на нього ребра жорсткості та захисні буферні пластини.

Зниження ризику травматизму пішоходів або велосипедистів досягається шляхом застосування відповідних конструктивних технологій, а саме: достатня відстань до жорстких частин двигуна у підкапотному просторі; оптимізація шарнірів та внутрішньої поверхні капота; зниження ймовірності травмування ніг пішоходів із застосуванням деформуємих елементів, поперечок, рамок радіаторів та ін.

Наслідки травм при наїзді на пішоходів забезпечують “м'який” бампер, безкаркасні щітки, похилий нахил капота і вітрового скла, збільшена відстань між двигуном і капотом, “активний” або “піднімаючий” капот. Система “активний” капот передбачає датчик дотику пішохода, прокладений всередині пластикового бампера. Датчик використовується для виявлення наїзду на людину, щоб уникнути помилкового спрацювання системи. Аналізуючи сигнал, блок управління дає команду на спрацювання двох піропатронів, які встановлені по краях капота. Спрацюючи, піропатрони піднімають задню кромку капота на 65 мм за 40 мс, збільшуючи його прогин та пом'якшуючи удар пішохода. В результаті пішохід при ударі о бампер не вдариться об тверді і тупі деталі, розташовані під капотом. Ризик травми також скорочується, так як голова і плечовий пояс пішохода не вдаряються об двигун (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Активний капот

Система “активний” капот виробляється компаніями TRW, Hodings Automotive (Pedestrian Protection System, PPS), Bosch (Electronic Pedestrian Protection, EPP), Siemens і з 2011 року встановлюється на серійні легкові автомобілі європейських виробників. Перераховані системи мають аналогічну конструкцію.

Подальшим розвитком системи захисту пішоходів є подушка безпеки для пішоходів (Pedestrian Airbag System), яка представлена компанією Volvo в 2012 році. Система призначена для зниження ступеня пошкодження пішохода при зіткненні з автомобілем (рис. 2.2).

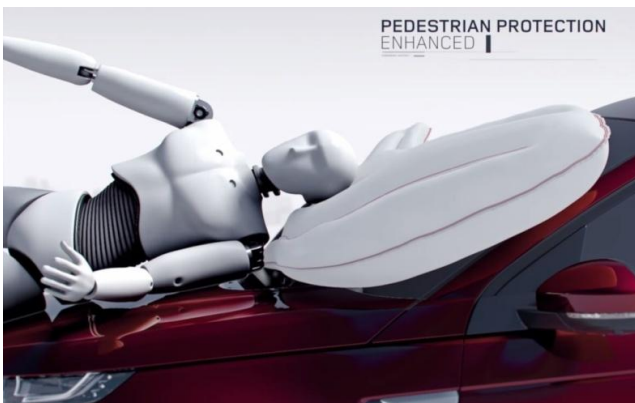


Рисунок 2.2 – Подушка безпеки для пішоходів

Подушка безпеки надувається зовні автомобіля і закриває нижню частину лобового скла і бічні стійки. Пішоходна подушка безпеки працює в тандемі з іншою системою від Volvo – системою виявлення пішоходів (Pedestrian Detection).

Подушка безпеки для пішоходів діє на швидкості від 20 до 50 км/год. і не може бути відключена водієм. За статистикою більшість (75%) дорожньо-транспортних пригод за участю пішоходів відбувається на швидкості до 40 км/год.

Подушка безпеки для пішоходів розташовується під капотом – між капотом і лобовим склом. Подушка безпеки традиційно складається з тканинної оболонки і газогенератора. Для миттєвого заповнення пристрої використовується балонний газогенератор. При спрацюванні подушка безпеки піднімає звільнений від кріплення капот на 10 см, чим створюються додаткові умови для захисту пішоходів – збільшується відстань між капотом і частинами.

У сукупності подушка безпеки і піднятий капот забезпечують істотне зниження травматизму при зіткненні пішохода з автомобілем.

Конструювання кузова багато в чому спирається на практичний досвід, а стилістичні вимоги дуже багатогранні, і, крім того, численні конструкторські задачі, незважаючи на деякі успіхи (насамперед, експлуатаційна міцність і коливальні властивості), не завжди піддаються точному розрахунку, тому ґрунтовні випробування й оцінка конструкції мають величезне значення. Тут маються на увазі не тільки випробування, проведені для з'ясування властивостей кузова при ударі, але і всі ті дослідження і перевірки, що відносяться до працездатності, експлуатаційних властивостей і терміну служби. Застосовуючи сучасні методи імітування в лабораторних умовах, можна істотно скоротити час проведення випробувань у порівнянні із широко використовуваним раніше дорожніми випробуваннями, без яких, проте, і в даний час іноді не можна обійтися. Тому що ці випробування в загалі стосуються каркаса, начіпних і приварних вузлів, оснащення кузова і практично не стосуються лицевих панелей та форми кузова.

Випробування підрозділяють на лабораторні і дорожні. Лабораторні дослідження трохи випереджають дорожні випробування і починаються в той момент, коли є хоча б один дослідний кузов (прототип). Дорожні випробування проводяться тоді, коли вже є кілька дослідних автомобілів. Дуже часто буває необхідно повторити обидва види випробувань для другої серії дослідних автомобілів, у які

внесено багато змін. Звичайно, усі дослідні роботи та випробування повинні проводитися відповідно до графіка проведення, який погоджено із загальним графіком розробки автомобіля.

Питання для самоперевірки

1. Які елементи відносяться до активної безпеки кузова?
2. Які технічні рішення використовують для пасивної безпеки кузова?
3. У чому полягає значення безпечного корпусу кузова?
4. Як зменшити наслідки травмування пішохода або велосипедиста при дорожньо-транспортній пригоді?
5. Які нормативні документи регламентують безпеку кузова автомобіля?
6. Які існують випробування автомобільних кузовів?

Тема 4. Основи технології виготовлення автомобільних кузовів (11,5 год.).

Взаємозв'язок конструкції кузова та технології його виробництва. Технологічний процес складання-зварювання кузовів легкових автомобілів. Технологічний процес складання-зварювання кабін вантажних автомобілів. Технологічний процес складання-зварювання автобусних кузовів. Антикорозійний захист та фарбування кузова.

Література: [2], с. 224-242; [3], с. 94-153, 216-229; [4], с. 104-124; [5], с. 255-315; [9], с. 180-229; [11], с. 17-29, 102-125.

Технологія виготовлення металевго кузова передбачає операції формоутворення деталей, складання вузлів, зварювання та фарбування. Неможливо сформулювати строгі технологічні принципи через різноманіття форм кузовів. Існують, однак, деякі загальні принципи обробки тиском і складання тонкостінних конструкцій, яких варто дотримуватись під час проектування, щоб кузов був економічний у виробництві.

Відповідно до загальних понять, технологічність кузовів та кабін може бути визначена як сукупність властивостей їхніх конструкцій, що виявляються у можливості раціонального вибору

способу і технології складання-зварювання, форми і розташування зварених з'єднань.

В основному, деталі кузова виготовляють штампуванням. Однак застосовується і багато інших операцій, таких як: розмітка, різання, гнучка, витяжка, виправлення, свердління і т.п. Пластичним деформуванням можна одержати практично майже будь-які форми. Вироби при цьому будуть відрізнятися одне від іншого тільки вартістю виготовлення.

Вибір типу з'єднання – принципове питання компонування не тільки кузова, але і усього автомобіля з урахуванням витрат на технологічне устаткування та трудомісткості складання. З'єднання корпусу кузова поділяють на роз'ємні та нероз'ємні. До деталей кріплення, в першу чергу, відносяться гвинти і різні засувки, тобто кріплення, що легко розбираються. Для з'єднання деталей використовують також клеї. Для роз'ємного з'єднання несучих деталей застосовують болти і різні різьбові заклепки. Нероз'ємні з'єднання можуть бути виконані без нагрівання або з нагріванням. Для нероз'ємного з'єднання деталей, виконуваного без нагрівання, використовують заклепки. У залежності від доступу до деталі застосовують заклепки з різними голівками і нижніми частинами, що розклепуються, порожні або трубчасті.

Для кузовів (кабін) автомобілів застосовуються наступні види зварювання: контактний, як самий продуктивний, для деталей з тонколистової маловуглецевої сталі: дуговий; газоелектричний в середовищі захисних газів; газовий. Найбільше поширення одержали такі види контактного зварювання, як точковий, рельєфний і шовний.

На теперішній час найбільш перспективним напрямком з'єднання деталей кузова є лазерне зварювання і пайка.

Локальність лазерної обробки, концентрація теплового впливу, високі швидкості росту і зменшення температури в зоні обробки, а також можливість швидкого утворення зварної ванни в заданому обсязі дозволяють широко застосовувати лазерне випромінювання для реалізації зварювального процесу. Вже згадана технологія дозволяє зварювати товщини від декількох часток міліметрів до десятків міліметрів. Підходить для широкого спектра матеріалів: вуглецевих сталей, нержавіючих сталей, алюмінію, титану, пластмас та інших матеріалів. Лазер в стані зварювати матеріали з високою

температурою плавлення і матеріали, що мають високу теплопровідність.

В основному, лазерне зварювання застосовується для внутрішніх з'єднань. Зовнішні шви, для яких важлива як міцність, так і косметика – криша, багажник виконуються методом лазерної пайки. Автоконцерни, які використовують лазерне зварювання і пайку: Nissan, Volvo, Hyundai, VW, GM, Toyota, Ford Motor Co, Daimler Chrysler, BMW, Volkswagen та ін.

Основними складальними одиницями кузова сучасних легкових автомобілів є права і ліва боковини, основа в зборі, передня частина кузова, задня частина кузова, криша, оперення в зборі. Побудова технологічного процесу залежить від розробленого розділення операцій і програми випуску. Будують його за принципом від простого до складного в залежності від обраного типу складально-зварювальної лінії. Кожне рішення про побудову технологічного процесу повинно бути економічно обґрунтовано. Боковини сучасних кузовів легкових автомобілів, як самостійні складальні одиниці, повинні забезпечити правильну геометрію дверних прорізів для отримання стабільних зазорів при навішуванні дверей. Такі боковини мають, в основному, суцільноштамповані дверні прорізи. Жорсткість і міцність боковин забезпечується приварюванням підсилювачів в різних перетинах. На автомобільних заводах складання-зварювання боковин виробляють на автоматичних лініях багатоточковими машинами. За конструкцією автоматичні зварювальні лінії принципово однакові і являють собою ланцюжок багатоточкових зварювальних машин (постів) з системою транспортерів, що забезпечують переміщення зварювального елемента. Число зварювальних постів обирають в залежності від конфігурації боковин і числа зварювальних точок.

На автомобільних заводах все ширше застосовують механізовані лінії зі зварювальними роботами. Переваги таких ліній перед автоматичними з багатоточковими машинами очевидні. Це пов'язано з тим, що автоматичні лінії з багатоточковими автоматами без значної модернізації практично не можуть бути використані для складання-зварювання різних моделей кузовів, тоді як лінії з роботами можна застосовувати і на інших моделях кузовів.

На сучасних автоматизованих лініях складання кузовів обов'язково проводиться контроль геометричних розмірів кузова. Для

цієї мети застосовуються автоматично настроюються вимірювальні машини, що забезпечують високу продуктивність і точність вимірювань.

Кабіни вантажних автомобілів не є несучими конструкціями, їх закріплюють на рамі, що сприймає силове навантаження. Зазвичай металева кабіна складається зі зварного каркаса з основою, зовнішніх панелей, приварених до каркаса, і дверей, з'єднаних шарнірними петлями. Розглянемо типовий технологічний процес збирання-зварювання кабіни масового виробництва. Спочатку виробляють складання-зварювання дрібних складальних одиниць на стаціонарних машинах, потім з них створюють більші складальні одиниці в пристроях і кондукторах підвісними зварювальними машинами. Подальшою операцією збирання-зварювання складальних одиниць отримують каркас кабіни і, остаточно, кабіну.

Для збирання-зварювання великогабаритних складальних одиниць, наприклад, каркаса кабіни, підстави, кожухів, дверей, застосовують багатоточкові машини.

Деталі платформ вантажних автомобілів, в основному, виготовляють з тонколистової холоднокатаної і гарячекатаної листової сталі. За своєю конструкцією та формою сполучених деталей платформи прості і особливих труднощів при їх складанні-зварюванні немає. Платформи отримують з'єднанням окремих великогабаритних складальних одиниць: основи в зборі; бічних, передніх і задніх бортів; різних кронштейнів і підсилювачів для кріплення сидінь; тенту та інструменту. Збірку-зварювання складальних одиниць, виготовлених з тонколистової холоднокатаної сталі (крім основи), виробляють на стаціонарних зварювальних машинах або на обертових кондукторах за допомогою різних підвісних зварювальних машин. Режими зварювання вибирають залежно від товщини металу. Для збільшення міцності в окремих випадках застосовують електродугове зварювання короткими швами довжиною 30-50 мм, здійснюване за допомогою зварювальних напівавтоматів. Найскладнішою складальною одиницею платформи є основа. Складається вона з кількох листів з ребрами жорсткості поздовжніх лонжеронів, передніх і задніх підсилювачів та поперечок у вигляді П-образних балок товщиною 1,2-2 мм. Зварити елементи основи платформи можна різними підвісними точковими машинами зі спеціальними відкидаємими захватами.

Кузови автобусів за габаритними розмірами відрізняються від кузовів легкових автомобілів, наприклад, внутрішні розміри автобусів ЛіАЗ-5257 такі: довжина кузова 8900 мм, ширина 23751 мм, висота 1976 мм. Вони призначені для перевезення великої кількості людей, тому їх конструкція близька до пасажирських залізничних вагонів. Кузови автобусів складаються з металевого каркаса, зібраного з численних профільних деталей за допомогою зварювання і часткової клепки. Тільки основа каркаса кузова автобуса ЛіАЗ складається з 262 поперечок, балок-розкосів, стійок, підсилювачів, лонжеронів і інших деталей.

При складанні великогабаритних деталей, таких, як основа каркаса, боковини в зборі, каркаси, боковини передньої частини, відкритий доступ для зварювального обладнання. Доступ в середні ділянки складніше, так як вони віддалені від зовнішнього контуру автобуса. При газоелектричному зварюванні основних труднощів немає, але при цьому необхідно строго витримувати вимоги з техніки безпеки. Режими обирають в залежності від товщини зварювальних деталей, обладнання можна застосовувати універсальне зі спеціальним операційним оснащенням. Загальне складання-зварювання каркаса кузова автобуса зазвичай проводять на стаціонарних кондукторах, які називають стапелями або стендами. Таким чином, кузов автобуса збирається на одному місці, а всі комплектуючі надходять сюди і встановлюються на каркас кузова.

Якість зварних конструкцій кузовів і кабін та продуктивність складально-зварювального виробництва в значній мірі визначаються різним складально-зварювальним оснащенням, до якої відносяться пристосування.

Під “чорними” кузовами (кабінами) розуміють остаточно зібрані (зварені) кузова (кабіни), укомплектовані начіпними складальними одиницями, такими, як: двері, кришка багажника, передні і задні крила, капот (для легкового автомобіля), кришки люків (для кабін вантажних автомобілів) й інші, що підготовлені до подальших технологічних операцій фарбування і складання.

Від якості виготовлення “чорних” кузовів (кабін) надалі залежить і якість автомобіля, тому до “чорного” кузова (кабіни) пред’являються високі вимоги: забезпечення герметичності, що не допускає проникнення пилу і вологи; міцності з’єднань, що дозволяють сприймати діючі навантаження і напруги з найменшими

деформаціями; відповідності зовнішнього вигляду контрольному зразку.

Під поняттям **фарбування** розуміються всі операції обробки поверхні корпусу, дверей і даху кузова, тобто мийка, шпаклювання, ґрунтування, герметизація і нанесення фарби. Для виконання операцій фарбування потрібно передбачати в кузові вихідні отвори, що після здійснення останньої операції закривають пластмасовими або гумовими пробками. Крім того, необхідно щоб поглиблення, що додають жорсткість горизонтальним елементам кузова, не перешкоджали зтіканню фарби.

Лакофарбові матеріали, застосовувані в автомобілебудуванні, повинні мати високу якість і стійкість, а сам процес фарбування повинний бути проведений досить ретельно з дотриманням усіх правил. Зовнішній вигляд лакофарбового покриття визначають за наступними показниками: ступень блиску (%); кількість включень (шт./м²), їх ширина, довжина і відстань між ними; шагрень та її розміри; патьоки; хвилястість та її розміри, різні відтінки і неоднорідність рисунку.

Легкові і вантажні автомобілі експлуатують у різних атмосферних умовах. На них впливають опади, сонячна радіація, високі температури влітку (до 60°C) і низькі взимку (до -60°C). В умовах тропічного клімату додається ще дія біологічних факторів (грибкова цвіль, гризуни, терміти), висока відносна вологість. При експлуатації автомобілів в умовах Далекої Півночі вони піддаються впливу сніжного пилу, інею, зледенінню та ін. Усе це визначає високі вимоги, які пред'являють до міцності і стійкості лакофарбової плівки в різних умовах.

Лакофарбове покриття здійснюють послідовним нанесенням шарів матеріалів різного призначення (ґрунтовка, шпаклівка, емаль) із дотриманням вимог щодо класу обробки, зовнішньому вигляді покриття і стійкості в умовах експлуатації.

Спочатку кузов очищається і знежирюється, щоб виключити виникнення дефектів при нанесенні лакофарбового покриття через погану адгезію. Після цього виконується фосфатування, яке створює хорошу основу і умови для оптимального захисту від корозії. Далі наноситься катафорезна ґрунтовка методом занурення. Після катафорезної ґрунтовки на ті ділянки кузова, де це потрібно, наноситься захист днища і герметик для герметизації швів, фальців та

ін. На ділянки, які можуть бути піддані ударам каменів, наноситься відповідний високов'язкий еластичний лак. Далі наноситься шар порозаповнювача. Після очищення (миття) кузова наноситься лакофарбове покриття, що складається з шару базової фарби і шару прозорого лаку.

При різних масштабах виробництва процеси фарбування залишаються ті ж самі, однак їхня організація різна. Так, при малому випуску всі роботи ведуться без механізації з великою витратою ручної праці, застосовуються фарбувальні і сушильні тупикові камери, відсутній конвеєрно-транспортний зв'язок між операціями. Зі збільшенням масштабу виробництва з'являється і поступово збільшується механізація, транспортний зв'язок із застосуванням автоматизації.

Основною умовою, що визначає довговічність кузова (кабіни), є ретельний захист усіх внутрішніх, зовнішніх і закритих поверхонь від корозії. Достатньо наявності невеликої оголеної до металу ділянки, щоб вона у процесі експлуатації стала вогнищем корозії. У конструкції кузовних деталей повинні бути передбачені: можливість повного фарбування всіх поверхонь як зовнішніх, внутрішніх, так і закритих; стік миючих рідин і ґрунтів, застосовуваних у процесі фарбування; можливість покриття спеціальними речовинами всієї основи кузова і зварених з'єднань.

Сучасний несучий кузов являє собою практично готовий виріб, обладнаний усім необхідним (по конструкції) як усередині, так і ззовні. Від готового автомобіля несучий кузов відрізняється відсутністю внутрішнього оздоблення, двигуна, трансмісії і ходової частини. Складанням забезпечується необхідний взаємозв'язок окремих деталей і складальних одиниць. Розрізняють вузлове й остаточне загальне складання. Процес попереднього складання складових частин кузова називають вузловим, а процес складання безпосередньо кузова – остаточним або загальним.

У складанні кузовів застосовують наступні організаційні форми: стаціонарну, здійснювану без поопераційного розділення складального процесу і при нерухомому об'єкті, що збирається; поточкову, що характеризується розподілом технологічного процесу на операції і здійснювану як при нерухомому об'єкті, що складається, так і при його переміщенні. Вибір організаційної форми обумовлений, головним чином, кількістю кузовів, що складаються, у зміну.

Питання для самоперевірки

1. Яким методом виготовляються сталеві деталі кузова?
2. Які види з'єднань деталей кузова застосовуються при складанні?
3. Які операції містить у собі поняття “фарбування” кузова?
4. Які існують способи захисту кузова від корозії?
5. Які вимоги пред'являються до елементів оснащення кузова?
6. Які вимоги пред'являються до лакофарбових матеріалів, що використовуються в автомобілебудуванні?
7. Назвіть види контактного зварювання кузовів.
8. Що розуміють під терміном “чорний” кузов?

2.3.2 Змістовий модуль 2. Загальна методика проектування кузовів

Тема 1. Основні питання проектування кузовів (11 год.).

Основи композиції автомобіля. Сучасні вимоги міжнародних ринків при компонуванні та проектуванні кузовів. Аналіз ергономічних вимог. Розміщення найважливіших агрегатів шасі.

Література: [1], с. 38-94; [2], с. 62-141; [3], с. 7-35; [4], с. 48-87; [5], с. 31-69; [8], с. 65-69.

З погляду важливості кузова і кількості його модифікацій проектування кузовів набуває усе більшого значення і давно вже займає належне положення в масштабах не тільки автомобільної промисловості, але і проблем організації автомобільного транспорту.

Компонуванням кузова називається частина конструкторської роботи з проектування автомобіля, під час якої визначається правильне взаємне положення сидінь, платформи для вантажу, органів керування, дверей, вікон, люків, бамперів і намічаються вихідні габаритні обриси кузова (зовнішні і внутрішні). Ціль компонування – оптимально розташувати головні елементи конструкції.

Композиція форми автомобіля повинна створити певний образ, візуально виявити його функцію і особливості конструкції, підкреслити позитивні якості виробу, висловити основну ідею задуму. В решті композиції форми автомобіля повинні бути покладені відомі закономірності сприйняття людського ока.

Відомі кілька способів забезпечення композиційної єдності форми. Перший спосіб полягає у виборі точок сходу, що визначають положення поперечних ліній форми. Чим нижче розташована головна точка S_x , тим більш обтічну форму вдається отримати. Другий спосіб засновано на побудові композиції у вигляді сітки паралельних ліній. Часто такий прийом використовується при виборі схеми композиції автобусів, рідше – легкових автомобілів. Найбільш поширеним способом є максимальне використання овалу у якості задаючого елемента при розробці як обрису кузова в цілому, так і його окремих елементів (фар, крил, колісних арок, бамперів та ін.).

Масштабність форми автомобіля насамперед визначається правильністю вибору висоти салону, його ширини та глибини подушок сидінь, висоти і ширини дверного отвору, величини простору для ніг, тобто всіх тих розмірів, які пов'язані з людиною та визначають зручність користування автомобілем.

Головною вимогою до *художньо-конструкторського проектування* автомобіля є надання йому враження поперечної стійкості, рівноваженості. Ця умова забезпечується за рахунок симетричної форми поперечного перерізу кузова, що, як правило, і призводить до створення довіри до машини. Однак, і при асиметричній композиції переднього виду можливе створення рівноваженості та стійкості.

Відомості про розміри людини дають антропометричні дослідження, на підставі яких встановлюють градацію людей залежно від зростання і інших розмірів. Для проектування кузова слід застосовувати манекени 5% і 95% перцентилей, відповідні рекомендаціям ЄЕС ООН. При цьому забезпечується відповідність кузова антропологічними даними 90% населення. Розміри особи 50%-ного перцентиля можна застосовувати тільки для перевірки проміжних розмірів.

У кузовах автобусів розташування пасажирських сидінь та ступінь їх зручності визначаються тривалістю поїздки, від якої залежить розмір кроку сидінь. Для пасажира, що стоїть, повинен бути передбачений поручень, що знаходиться в зручних межах дії руки. Висоту розміщення поручня обирають відповідно до розмірів людини 5%-ного і 95%-ного перцентилей.

Проектування кузова легкового автомобіля істотно відрізняється від проектування кузова інших типів автомобілів. Велика увага

приділяється розміщенню людей у відносно невеликому обсязі кузова і зручності їх входу та виходу. Крім того, акцент ставиться на проектуванні зовнішньої форми, яка не тільки забезпечує аеродинаміку, але і необхідний естетичний вигляд – своєрідний запам'ятовуючий символ даної моделі.

Задовільна оглядовість з місця водія – одне з найважливіших умов зручності керування автомобілем і забезпечення активної безпеки при русі. Оглядовість поліпшується при збільшенні висоти розташування подушки сидіння та зменшенні кутів нахилу подушки до горизонталі. Також впливає нахил спинки до вертикалі і наближення сидіння до передньої частини автомобіля, збільшення площі вікон і зниження висоти розташування їх нижньої кромки, зменшення товщини стійок вітрового скла або видалення їх з поля зору водія. Здійснити всі перераховані заходи не завжди вдається, тому доводиться шукати розумний компроміс. Нормативними документами передбачаються спеціальні вимоги по оглядовості (ГОСТ Р 51266-99).

Особливість проектування кузова легкового автомобіля полягає ще й в тому, що при цьому доводиться вирішувати одночасно кілька завдань:

- забезпечити функціональне призначення кузова автомобіля, тобто розмістити людей, багаж і агрегати самого автомобіля;
- спроектувати зовнішній вигляд і поверхню кузова;
- розробити каркас кузова і забезпечити його міцність та жорсткість;
- забезпечити вимоги активної та пасивної безпеки для водія, пасажирів і пішоходів;
- врахувати вимоги технології виготовлення кузова і можливості виробничого обладнання;
- забезпечити конкурентоспроможність даного автомобіля на ринку.

Для вантажного автомобіля конструкція кузова залежить від типу вантажу, на який орієнтований проект, наприклад, самоскидний кузов для сипучих вантажів, цистерна для рідких вантажів, фургон для захисту вантажів, бортова платформа – для будь-яких вантажів, але у відповідній упаковці.

Для конкурентоспроможності вантажних автомобілів відносяться зовнішній вигляд, комфорт робочого місця водія,

включаючи спальне місце водія-змінника та ін. Важливими показниками є характеристики підвищення пасивної і активної безпеки, які перевищують мінімально необхідний рівень, записаний у нормативних документах.

Особливість конструкції автобуса полягає у тому, що вантажем для нього є люди, для перевезення яких потрібні інші умови. В першу чергу – це рівень комфорту, який поділяється на зручність входу-виходу, особливо важливий для міських автобусів, зручність розміщення або посадки, комфорт плавності ходу, комфорт по допустимому рівню шуму, зручність огляду для туристичних автобусів, комфорт на розміщення багажу для міжміських автобусів. Іноді такі автобуси випускають як півтораповерхові з високим і об'ємним багажним відділенням по всій площі кузова автобуса та верхнім пасажирським салоном. Такі автобуси обладнуються буфетом з мікрохвильової плитою, а також біотуалетом.

Для підвищення комфорту пасажирів в міських автобусах робиться безступінчастий вхід за рахунок низького розташування підлоги, що скорочує час входу-виходу пасажирів, час на зупинках і, тим самим, підвищує продуктивність автобуса.

Крім того, специфічним є проектування силового агрегату, який займає багато місця і при розміщенні в салоні заважає водієві або пасажирам. Ще одна особливість полягає в наявності рами або несучої основи автобуса.

У процесі спільної роботи кузовщиків і конструкторів по механізмах автомобіля, кузовщики поступово одержують дані про: розміри і конфігурацію рами (якщо вона є); розташування і розміри отворів і кронштейнів для кріплення кузова; габаритні розміри механізмів; розміри, що визначають базу, передню і задню колії; діаметри і профілі шин; величини найбільшого переміщення коліс стосовно рами або кузова при переїзді через перешкоди; величини найбільшого кута повороту коліс; висоту від поверхні дороги до верхньої полиці рами; положення педалей і діаметр рульового колеса; положення радіатора, повітроочисника, заливної горловини паливного баку, акумуляторної батареї та запасного колеса.

Послідовність роботи конструктора, який виконує компонування кузова, наступна:

- визначення лінії підлоги й найменших розмірів колісних кожухів з урахуванням підйому і повороту коліс, можливих при русі автомобіля;

- визначення розмірів сидіння водія і розташування його щодо органів керування;

- планування інших сидінь, визначення лінії стелі (Іноді ця лінія задається заздалегідь у залежності від висоти автомобіля. У цьому випадку вибирається така висота сидінь, при якій залишається достатній простір між поверхнею подушки і стелею), визначення прорізів дверей, які забезпечують зручність входу і виходу й уточнюються на макеті, та контурів вікон;

- визначення зразкових обрисів форми кузова;

- визначення розмірів кузова для вантажного автомобіля.

У процесі компонування враховуються багато інших факторів, як, наприклад, розташування вентиляційних пристроїв, доступ до механізмів для їхнього обслуговування та ін.

При розробці компонування кузова може виникнути необхідність у деяких, нерідко істотних змінах у прийнятому розташуванні механізмів автомобіля, у конфігурації його рами та ін. Тому спільна робота кузовщика і конструктора по механізмах автомобіля особливо необхідна. При нанесенні на компоновальне креслення лінії підлоги конструктор повинен враховувати передбачувану конструкцію підстави кузова. Найменші розміри колісних кожухів визначають за допомогою геометричних побудов.

Визначення розмірів кузова для вантажного автомобіля виробляється відповідно до діючих норм, з наміченим розподілом ваги по осях автомобіля із передбачуваною конструкцією кузова.

Компоновальне креслення виконується в масштабі 1:5, рідше в масштабі 1:2. Це креслення, розроблене з урахуванням довідкових матеріалів і наміченого розташування головних механізмів автомобіля, його бази, колії та габаритних розмірів, є основою для складання проектів форми автомобіля і для виготовлення макета внутрішнього пристрою кузова. Після перевірки правильності компонування на макеті та вибору одного з варіантів форми у компоновальне креслення вносять необхідні виправлення й уточнення.

Таким чином, проектування оболонкових конструкцій можна починати з компоновального креслення. Технологіві мінімально

необхідні чотири основних креслення в масштабі 1:5 із зображеннями видів попереду, збоку, зверху, а також позаду. Можуть також знадобитися додаткові поперечні розрізи, тому що до складу тонкостінної оболонкової конструкції звичайно входять великі замкнуті порожні елементи.

Технічна розробка проекту виконується на основі компоновання кузова, вираженої компоновальним кресленням і архітектурними моделями з обліком і оздоблювальними формами. Форма створюється в результаті аналізу механіки кузова. Сюди відносяться питання статички кузова, механічних властивостей окремих елементів і динаміки зіткнення. Оздоблювальна форма визначається при уточненні основних розмірів поверхні кузова, установленні перетинів і з'єднань за допомогою виконання відповідних креслень. Раніше креслення виконували вручну, тобто традиційним способом, сьогодні – напівавтоматично й автоматично з використанням комп'ютерної техніки.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягає комплексна система проектування?
2. З чого починається проектування автомобіля?
3. Особливості проектування кузова легкового автомобіля.
4. Особливості проектування кузова автобуса.
5. Що містить у собі компоновальне креслення автомобіля?
6. Оглядовість з місця водія – чому це важливо?
7. Основні етапи роботи конструктора, який виконує компоновання кузова.
8. В чому полягають вимоги міжнародних ринків щодо компоновання та проектування кузовів?

Тема 2. Розробка проекту кузова автомобіля (15 год.).

Архітектура кузова. Методи розробки зовнішнього виду автомобіля. Розробка поверхневих моделей в САПР. Розрахунок елементів кузова по методу кінцевих елементів.

Література: [1], с. 95-120; [2], с. 206-222; [3], с. 67-77; [4], с. 88-103; [5], с. 110-130.

Проблеми поверхні кузова і його форми є одними з найбільш істотних проблем кузовобудування. Тіло кузова, обмежене поверхнею

обшивання, визначає зовнішній вигляд автомобіля за допомогою форми, силуету, плавності ліній і поверхонь. При їхній взаємній пропорційності виникає почуття повної гармонії.

Проробляючи komponування кузова, перспективне креслення і модель форми, варто враховувати співвідношення між кривими, а також принципи побудови поверхонь, обмежених цими кривими. Модель форми потім стає вихідною базою для детальної розробки поверхні кузова і визначення характерних розмірів.

Традиційним методом визначення розмірів поверхні кузова є пригін шаблонів до моделі і переніс шаблона на плаз. Робота з пригону великого числа шаблонів дуже трудомістка, а перетини поверхонь кузова, рівнобіжні площинам проекцій, недостатньо точні. Отримане при цьому плазове креслення поверхні кузова характеризується численними неплавними переходами. У результаті виникають труднощі при виготовленні штампованих деталей, тому що через неплавність поверхонь часто виникають розриви нерівномірно витягнутого листа. Для зменшення трудомісткості роботи, пригін шаблонів заміняли виміром координат кривизни кузова за допомогою пересувних рейок. Цей спосіб, однак, не усував помилки в розмірах, причиною яких була недосконалість, як техніки вимірів, так і міральних рейок, їх направляючої, самої моделі. Одержувані перетини потрібно було корегувати для досягнення плавності ліній, що відповідає естетичним і технологічним вимогам. Корекцію кривих виконують графічно.

Креслення кузова на плазі виконують у масштабі 1:1, що необхідно для забезпечення точності $\pm 0,25$ мм на відстані в декілька метрів. Виключення можливе лише для прямокутних деталей кузовів автобусів, що можуть бути виконані в масштабі 1:2 або, у рідких випадках, у масштабі 1:5. Кузов у зборі викреслюють на міцному матеріалі, наприклад, на березовій фанері, алюмінієвих листах, пластмасі або в гіршому випадку на витриманому папері високої якості. Міцність матеріалу має принципове значення, оскільки креслення є основою для всієї подальшої документації складальних одиниць і деталей. Матеріал, на якому накреслений кузов у зборі, не повинний реагувати на зміну вологості повітря, тому що звичайна технічна калька при цьому змінюється до ± 4 мм на 1 м.

Кузов викреслюють у координатній сітці з розміром клітки 100 або 200 мм. Рівень підлоги кузова приймають за нульову оцінку для

бічної та поперечної проекцій. Подовжні розміри найчастіше відраховують від вертикальної осі передніх коліс, тому що це найбільше вигідно при ваговому аналізі кузова. Вертикальна вісь симетрії являє собою базу поперечних розмірів. Розміри елементів кузова проставляють до найближчої сітки. Це дозволяє уникнути перевантаження розмірних ліній і зменшити число помилок при вимірі, а також полегшує читання креслення.

Розміри на ескізному компонованні визначаються щодо тривимірної системи координат при конструктивному навантаженні, за винятком розмірів, які визначаються при обумовленому навантаженні автомобіля (споряджене, повне навантаження і т.д.).

Тривимірна система включає три базові площини:

- вертикальна поперечна площина X , що проходить через вісь передніх коліс;
- вертикальна поздовжня площина Y , що проходить через вісь симетрії автомобіля;
- горизонтальна площина Z , що проходить через вісь передніх коліс паралельно елементам кузова або рами.

Затверджена концепція образу автомобіля є вихідною для розробки макета зовнішніх форм у масштабі 1:1, що виконується з пластиліну або іншого матеріалу. Цей макет дозволяє отримати загальні враження від автомобіля, обміру зовнішніх поверхонь для відтворення математичної моделі в 3D програмі.

Створення макета в масштабі 1:5 дозволить уточнити зовнішні форми за результатами продувки в аеродинамічній трубі.

За результатами ескізного компоновання розробляється дизайн-проект для знаходження зразка екстер'єру та інтер'єру.

На підставі ескізів або віртуальних моделей створюється макет зовнішньої форми і посадковий макет внутрішнього простору в натуральну величину для оцінки дизайну. Паралельно створюються макети розроблюваних вузлів та агрегатів на базі їх ескізних компоновок. Далі створюється демонстраційний макет, що включає дизайн екстер'єру, інтер'єру і макети вузлів та агрегатів. На підставі опрацьованих макетів оригінальних вузлів та агрегатів створюються їх робочі макети, які встановлюються на так званих ходових макетах для визначення їх працездатності. За рішенням замовника проекту може бути розроблений демонстраційний ходовий макет.

Традиційні методи проектування кузова і його устаткувань дуже обтяжні для конструкторів, тривалі в часі і затримують інші роботи. Їхнє полегшення і скорочення можливе при обробці даних за допомогою спеціальних комп'ютерних програм.

Розвиток комп'ютерних технологій призвело до активного впровадження САПР (системи автоматизованого проектування) на всіх стадіях створення автомобіля, в тому числі при проведенні проектно-конструкторських робіт, які сьогодні вже не можна уявити без застосування об'ємної графіки (3D моделювання), що мають значні переваги перед плоским проектуванням (2D):

- сприйняття інформації з тривимірного простору більш точно;
- можливість проектування елементів різної складності (кузов, панель приладів і т.д.);
- можливість завдання кінематики тривимірному віртуальному рухомому механізму дозволяє визначити сумісність його з іншими частинами;
- можливість проводити комплексний міцнісний аналіз механізму у зборі методом кінцевих елементів.

Однак, повна відмова від двомірного зображення не актуальна, так як креслення, будучи документальним підтвердженням виробу, виконуються на папері або кальці. У наш час усі комп'ютерні 3D програми дозволяють проектувати об'ємну графіку на необхідній площині для створення необхідних видів і перетинів відповідно до вимог ЄСКД.

Застосування 3D програм на стадії ескізного проектування при будь-яких змінах, які завжди неминучі у процесі проектування, дозволяє системі перебудовувати будь-яку схему, дозволяючи розглянути велику кількість варіантів і вибрати найоптимальніший з них.

На теперішній час використання сучасної обчислювальної техніки на базі персональних комп'ютерів і програмних продуктів дозволяє на початковій стадії проектування ефективно і швидко вирішувати велике коло задач з вибору оптимальних характеристик машинобудівних конструкцій. Сьогодні розроблено кілька методів автоматизації процесу проектування. Усі вони, в основному, однакові, і відрізняються тільки способом опису поверхні та сферою технологічного застосування. Суттю процесу автоматизації є введення в комп'ютерні програми точного опису поверхні кузова. Цей опис

може являти собою окрему математичну модель або дані обмірювань архітектурної моделі кузова.

Для такого виду робіт використовуються різні програмні продукти, наприклад, CATIA, Solid Works, системи кінематичного і динамічного аналізу visualNastran Motion (MSC Software), пакет Design Space (ANSYS) для проведення інженерного аналізу. Геометричні твердотільні моделі створюються конструкторами, розрахункові моделі фахівцями відділу САПР, аналіз результатів та вибір конструкторських рішень проводять провідні спеціалісти конструкторського бюро.

Зокрема, програма MSC visualNastran відноситься до класу систем середнього рівня. Для орієнтованої оцінки працездатності конструкції, можливостей програми цілком достатньо. Зрозуміло, що даний розрахунковий пакет має свої межі застосовності – це великі зборки, кількість деталей твердих тіл, що беруть участь у контакті, також має пряме відношення до якості і часу розрахунку.

Модель кузова створюється у спеціальній програмі, наприклад, Solid Works, зі спрощеним промальовуванням окремих елементів деталей, але з точними масово-інерційними характеристиками. Після моделювання геометрична модель кузова переноситься у спеціалізований пакет проведення інженерного аналізу методом кінцевих елементів, наприклад, ANSYS.

Програмний пакет Rhinoceros 3D, призначений для розробки поверхневих та твердотільних моделей, зручний для проектування елементів кузовних конструкцій. Пакет Rhinoceros має обмежені можливості візуалізації поверхонь, однак допускає можливість імпортування розроблених моделей в інші формати, наприклад, в 3D MAX.

Спеціалізовані програми проведення інженерного аналізу мають могутні засоби генерації кінцево-елементних сіток, завдання граничних умов і візуалізації отриманих результатів, з можливістю експорту результатів у текстовий файл. При проведенні інженерного аналізу методом кінцевих елементів оцінюють напружено-деформований стан деталей кузова від прикладених навантажень та обирають оптимальні геометричні параметри кузовних деталей. За результатами аналізу проводять подальші конструкторські доробки проектного кузова.

Проектні роботи над формою кузова полягають у перевірці форми кузова на екрані дисплея, що дозволяє представити кузов у будь-якій проекції. Конструктор може коректувати форму, при цьому зміни вводяться автоматично в пам'ять комп'ютера. Графобудівник, керований комп'ютером, виконує креслення, що містить проекції і перетини кузова.

З цього креслення, що відрізняється достатньою якістю графіки і плавністю ліній, недосяжної при ручному кресленні, у пам'ять комп'ютера вводять обрис великих панелей та інших складних деталей. Надалі креслення може бути використане звичайним способом для конструювання складальних одиниць та деталей кузова, а також устаткування для його виготовлення.

Питання для самоперевірки

1. З чого починається проектування кузова автомобіля?
2. Які види моделей кузова виконуються в процесі створення автомобіля?
3. Які переваги об'ємної графіки (3D моделювання) перед плоским проектуванням (2D)?
4. Які методи побудови поверхні кузова застосовують при його проектуванні?
5. Стисло опишіть порядок розрахунку кузова методом кінцевих елементів.
6. Які програмні продукти застосовуються для розробки поверхневих та твердотільних моделей?
7. Які існують аналітичні методи побудови поверхонь кузова автомобіля?

Тема 3. Аеродинаміка автомобіля (11 год.).

Розробка обтічної форми автомобіля. Аеродинаміка внутрішньої частини автомобіля. Вплив навісних елементів кузовів на його аеродинаміку. Аеродинамічна стійкість.

Література: [1], с. 121-165; [2], с. 164-184; [3], с. 28-35; [5], с. 93-105; [7], с. 17-44, 106-112, 157-171.

Чому при однаковій потужності максимальна швидкість автомобілів різниться? Чому у одного скло зтягується пилом, а в

іншого ні? За рахунок чого гоночні боліди в повороті розвивають п'ятикратне бічне перевантаження? Питання різні, а відповідь одна – аеродинаміка.

Сучасна автомобільна аеродинаміка вирішує широке коло завдань. Фахівці повинні не тільки домогтися мінімального опору повітря, а й відстежити величину і розподіл по осях підйомної сили, адже нинішні автомобілі досягають тих швидкостей, на яких літаки вже відриваються від землі. Необхідно передбачити і доступ повітря для охолодження двигуна та гальмівних дисків, продумати вентиляцію салону, розташувавши в потрібних місцях отвори для забору та відведення повітря. Аеродинаміка визначає рівень шумів в салоні, піклується про те, щоб потоки бруду з повітрям не потрапляли на скло, дзеркала, ліхтарі та ручки дверей. З ростом швидкості не повинна змінюватися і якість очищення лобового скла.

Аеродинамічні властивості автомобіля залежать, головним чином, від особливостей його кузова. Унаслідок переваг, одержуваних при гарних аеродинамічних властивостях автомобіля, проблема аеродинаміки кузова стає усе більш важливою і ширшою.

Добра обтічність – функціональна, а не стилістична вимога. Обтічна форма не може бути довільно обрана, вона визначається тільки за допомогою аеродинамічних досліджень. Дизайнер повинен знати найважливіші положення аеродинаміки, використовувані для автомобілів.

Найбільшу частку в опорі руху легкового автомобіля по горизонтальній ділянці дороги з високою швидкістю складає аеродинамічний опір, сила якого росте пропорційно квадратові швидкості. Зниження цього опору значно впливає на зменшення витрати палива. Тому, в даний час, поліпшенню аеродинамічних властивостей автомобіля надається велике значення. Аеродинамічний опір автомобіля можна зменшити, головним чином, шляхом скорочення величини коефіцієнта аеродинамічного опору C_x .

Коефіцієнт аеродинамічного опору (C_x) – безрозмірна величина, що відображає відношення сили лобового опору автомобіля до добутку швидкісного напору на площу поперечного перерізу автомобіля.

Перші аеродинамічні кузови мали за мету знизити, головним чином, лобовий опір автомобіля. Пізніше з'ясувалося, що необхідно забезпечити також його аеродинамічну стійкість. Це принесло з собою

як нові проблеми, так і нові знання. Відмінність аеродинаміки автомобіля від аеродинаміки літаків полягає в тому, що автомобіль рухається по твердій поверхні і приводиться в рух колесами. Тому необхідно приймати за увагу так зване спливання (підведення) і перекидання автомобіля аеродинамічними силами, а також вплив бічного вітру на стійкість автомобіля при його русі.

На опір повітря дуже впливають різні поглиблення (наприклад, вікна) і виступи на кузові, молдинги, дзеркала заднього виду, фари, склоочисники та ін. Вплив цих деталей важко визначити на дрібномасштабних моделях при їхній продувці в трубі, тому сьогодні перевага віддається вимірам, проведеним при продувці реальних автомобілів у великих аеродинамічних трубах.

Аеродинамічний опір транспортного засобу складається з п'яти основних складових: опору форми, тертя, внутрішніх потоків повітря в системі охолодження двигуна та вентиляції кабіни і кузова, індуктивного і додаткового опору дрібних елементів на кабіні та кузові.

Опір форми є результуючою нормального тиску всіх елементарних сил, що діють на зовнішню поверхню кабіни та кузова. Він визначається обтічністю форм їх подовжного і поперечного перетинів.

Опір тертя – результуюча всіх дотичних сил, що діють на зовнішню поверхню кабіни і кузова, що залежить від величин дотичних напружень в зоні прикордонного шару.

Опір внутрішніх потоків виникає через гальмування і втрати енергії зустрічного повітря, що забирається в систему охолодження двигуна та вентиляції кабіни і кузова.

Індуктивний опір обумовлено виникненням діючої на транспортний засіб підйомної сили і перетіканням з віхреутвореннями повітряних потоків з піддніщевої зони вгору по бічних стінках кабіни та кузова.

Додатковий опір пов'язано з наявністю на поверхні кабіни та кузова дрібних конструктивних елементів, які виступають за їх габарити: дверних ручок, зовнішніх дзеркал, габаритних ліхтарів, антен і т.д.

Повітряний потік створює істотні сили, що впливають на автомобіль. Ці сили можуть відривати автомобіль від дороги (підйомна сила), а при косому повітряному потоці (бічний вітер)

можуть відхиляти автомобіль від заданого напрямку руху і змушувати водія корегувати курс. Таким чином, аеродинамічні дослідження необхідно проводити вже при розробці зовнішньої форми автомобіля. Спочатку для цього може бути використана невелика модель (у масштабі 1:5), яку обдувають в малій аеродинамічній трубі повітряним потоком, спрямованим спереду назад, або убік моделі під кутом до 60° .

У великих аеродинамічних трубах проводяться оптимізаційно-доводочні випробування натурних легкових автомобілів, автобусів, мото- і велотранспортних засобів. Через великі габарити випробування натурних автопоїздів в аеродинамічній трубі практично неможливі, тому дослідження ведуть на їх великомасштабних макетах. Так, відомі фірми Mercedes-Benz, Volvo проводять доведення своїх магістральних автопоїздів у великих трубах на макетах, виготовлених у масштабі M1:2.

Для вивчення характеру обтікання повітряними потоками масштабної моделі або натурального автомобіля проводять візуалізацію картини обтікання застосуванням різних методів.

Методи візуалізації повітряного обтікання діляться на дві основні групи:

- методи, які використовують для дослідження повітряних течій у безпосередній близькості від моделі автомобіля в прикордонному шарі;

- методи, які використовують для дослідження повітряних течій на деякому віддаленні від поверхні моделі автомобіля.

Найбільш поширеним методом візуалізації першої групи є обдування моделі з наклеєними на неї шовковими нитками. Заміною шовкової нитки може служити нейлонова або капронова (рис. 2.3).

Ефективним є метод, заснований на використанні флуоресцентних масляних плівок. Спостерігаючи структуру флуоресцентної масляної плівки на поверхні кузова можна оцінити детальний характер обтікання моделі.

Серед методів просторового обтікання моделі (натурного зразка) найбільш поширений метод димових струменів, а також його різновид – димова труба. При візуалізації методом димових струменів смужки (цівки) диму випускаються безпосередньо у повітряний потік, що обтікає модель та служать індикатором характеру обтікання.

Димові смужки (цівки) дозволяють спостерігати об'ємне обтікання моделі, визначати зони поділу потоків, місця завихрень (рис. 2.4).



Рисунок 2.3 – Візуалізація повітряного обтікання автомобіля Audi шовковими нитками



Рисунок 2.4 – Візуалізація методом димових струменів автомобіля Mercedes-Benz

Таким чином ясно, що чим раніш буде виготовлена модель у масштабі 1:1 з отворами для охолодження і вентиляції, дверними ручками, рамами вікон і днищем кузова, тим краще. Вносити зміни у форму кузова на більш пізніших етапах роботи дуже важко, особливо, коли розробка конструкції просунулася досить далеко вперед, коли штампи для виготовлення прототипів вже виготовлені. Звичайно, стиліст повинен із самого початку прагнути до створення добре обтічної форми, тобто він повинний звернути увагу на наступні моменти.

Утилізація (навіть часткова) втрат, зв'язаних з аеродинамічним опором, практично неможлива. Теоретично можна було б використовувати тертя повітря о поверхню кузова, наприклад, для відводу теплоти від двигуна. Коефіцієнт тепловіддачі залежить від швидкості повітря, що обтікає гарячу поверхню, але тертя не залежить від температури цієї поверхні. Зовнішня поверхня кузова повинна в такому випадку замінити поверхню радіатора.

Практичне здійснення такої системи пов'язано з великими труднощами, тому що гаряча поверхня кузова могла б бути причиною опіків, а влітку в салоні автомобіля була б занадто висока температура.

Аеродинамічне проектування колісного транспортного засобу включає вирішення наступних найголовніших завдань: відпрацювання зовнішньої форми кузова та оптимізацію його геометричних, конструктивних і установчих параметрів для забезпечення найменшого аеродинамічного опору; вдосконалення аеродинамічних характеристик, що визначають показники аеродинамічній стійкості і керованості; визначення оптимальних зон і обсягів дозованого забору та викиду повітря для системи охолодження двигуна, вентиляції та кондиціонування кабіни, холодильних установок кузова-рефрижератора; усунення або зниження ступеня забруднення кабіни і кузова, а також рівня аеродинамічного шуму.

Для аеродинамічної оптимізації передньої частини кузова виконують збільшення кутів нахилу панелі облицювання радіатора і кришки капота в поєднанні з закругленням їх фронтальних кромek.

Основними напрямками і прийомами вдосконалення аеродинаміки легкових автомобілів є: надання передньої частини автомобіля і його вітровому склу циліндричності в плані; усунення з поверхні кузова усіх виступаючих елементів або їх аеродинамічна обробка; створення кузовів каплеподібної форми з безвідривним обтіканням; застосування гладкого днища з організацією безвихрового протікання повітряних потоків у підднищевій зоні; установка спеціальних аеродинамічних ковпаків на колесах і часткове перекриття задніх коліс; використання задніх спойлерів; розробка систем організованого і дозованого забору та викиду повітря для охолодження радіатора і двигуна, а також вентиляції та охолодження салону і т.д.

Використання САПР (наприклад, комплексу ANSYS CFX) для моделювання випробувань в аеродинамічних трубах на стадії ескізного

проектування дозволяє значно скоротити кількість варіантів конструкції при пошуку оптимального рішення нового аеродинамічного кузова.

Питання для самоперевірки

1. З яких складових складається повний аеродинамічний опір?
2. Загальний вигляд епюри розподілу тисків на верхній поверхні автомобіля.
3. Особливості розміщення вхідних і вихідних отворів подачі повітря в салон і моторний відсік.
4. Що характеризує коефіцієнт опору повітря?
5. Як впливають навісні елементи кузова автомобіля на його аеродинаміку?
6. Шляхи зниження коефіцієнту аеродинамічного опору кузова автомобіля.

Тема 4. Вентиляція кузова (6 год.).

Вимоги до систем вентиляції та обігріву. Типи конструкцій систем опалення, вентиляції та кондиціювання. Знепилення вентиляційного повітря кабін автомобілів.

Література: [1], с. 414-456; [2], с. 523-528; [3], с. 154-168; [5], с. 238-248; [10], с. 26-35, 55-79.

Призначення системи опалення та вентиляції не тільки в забезпеченні комфорту і затишку в салоні для водія і пасажирів, а й запобігання запотівання скла, що забезпечує хорошу оглядовість, а отже, і безпеку.

У загальному випадку під вентиляцією розуміють забезпечення салону автомобіля необхідною кількістю свіжого повітря і пов'язане з цим видалення надлишків тепла з салону у літній період, а також видалення водяної пари.

До системи вентиляції й опалення відносяться: повітряні входи з зовнішньої сторони кузова; вентилятори; нагрівач; повітропроводи, що закінчуються соплами; зовнішні виходи з кузова або виходи в замкнутий контур, а також механізм керування напрямком і температурою потоку повітря. Система вентиляції та опалення

доповнюється спеціальними елементами, які використовуються для провітрювання кузова.

Легкові автомобілі мають природну, приточну і витяжну вентиляцію салону кузова. Природна вентиляція кузова проходить при опусканні стекол дверей і відкриванні поворотних кватирок у вікнах дверей. Приточна вентиляція здійснюється зазвичай через повітрозабірний люк та систему опалення, а витяжна – через отвори на боковинах кузова і перфоровану оббивку внутрішньої поверхні даху. У легкових автомобілів класичної компоновки та на перших передньопривідних автомобілях ВАЗ, Daewoo Nexia зустрічається витяжна вентиляція через задні стійки та задні двері.

Система витяжної вентиляції через двері не може змагатися з більш досконалими системами, наприклад, з вентиляцією, яка здійснюється через багажник. Для систем вентиляції через задні стійки та через багажник не характерна “холодна хвиля”, тому що повітря з салону виходить через щілину між нижньою кромкою заднього скла і задньою полицею або через щілини на самій задній полиці. А в літній час це забезпечує більше надходження свіжого повітря у зони голови водія та пасажирів. Вентиляція, здійснювана через багажник, має і деякі інші переваги – це вентиляція багажника, зниження рівня шуму, збільшення витрат повітря в салоні, зменшення запотівання скла. Отвори для виходу повітря в багажнику більші, ніж на задній стійці. Тому опір повітряного потоку менше, що забезпечує поліпшення витрати повітря при русі автомобіля, особливо на малій швидкості в міському циклі. Ще однією перевагою витяжки через багажник є її незалежність від умов руху.

Вентиляція салону кузова автобуса проводиться через систему опалення, відкривання бічних вікон, вентиляційні люки, які розташовані в даху над проходом пасажирського салону та через забірник повітря, що знаходиться під козирком передньої частини автобуса.

Кабіна вантажних автомобілів, як і кузов легкових, обладнується системою вентиляції та опалення. Опалювачі рідинного типу використовують гарячу рідину системи охолодження двигуна. Вентиляція кабіни вантажних автомобілів здійснюється через систему опалення, опускання стекол дверей, відкривання поворотних кватирок у вікнах дверей та верхніх вентиляційних люків, що знаходяться в даху кабіни.

Вимоги, що пред'являються до системи вентиляції та опалення.

Мікроклімат салону визначають наступні чинники:

- надходження свіжого повітря, в основному для підтримки в салоні необхідної кількості кисню;
- швидкість переміщення повітря в салоні і його розподіл;
- температура повітря в салоні;
- відносна вологість повітря;
- забрудненість повітря (пил, запахи, відпрацьовані гази);
- температура стінок, що обмежують салон.

Відповідно до загальних вимог до систем вентиляції мінімальна кількість повітря, що поступає на одну людину, має становити 0,5 м³/хв або 2-2,5 м³/хв для чотирьох та п'ятимісного автомобіля, в якому зайняті всі місця, незалежно від того, стоїть автомобіль на місці або рухається. Забезпечити проходження достатньої кількості повітря через салон за рахунок динамічного напору можна тільки при русі автомобіля з великою швидкістю, тому необхідним елементом системи є вентилятор.

Забір повітря повинен здійснюватися у зоні надлишкового тиску, а викид повітря – у зоні розрідження. Задовільного розподілу повітря можна добитися тільки шляхом правильного розміщення численних регульованих отворів для надходження повітря в салон. Ці отвори, розташовані уздовж панелі приладів, призначені для регулювання кількості та напрямку потоку повітря, що надходить в салон, в залежності від умов експлуатації автомобіля. У будь-якому випадку необхідна наявність наступних потоків:

- потоку повітря уздовж боковин, який може направлятися через дверні канали назад (бічні дефлектори);
- прямого потоку свіжого повітря по центру салону автомобіля, з надходженням повітря приблизно на рівні грудей (центральні дефлектори);
- потоку повітря у зону ніг і до вітрового скла (по обидва боки автомобіля), при низькій температурі навколишнього середовища цей потік повинен добре прогріватися;
- у бічні та центральні дефлектори також повинно подаватися тепле повітря.

Розташування отворів, призначених для надходження повітря, має бути узгоджене з положенням отворів виходу повітря таким чином, щоб в салоні автомобіля при будь-якій швидкості існував

невеликий надлишковий тиск, що запобігає проникненню в салон відпрацьованих газів, пилу та ін. При закритих вікнах через витяжні отвори видаляється лише 50-70% повітря, що надходить в салон, а решта його просочується через дефекти ущільнень вікон, дверей та інших елементів. Необхідна невелика «середня швидкість надходження повітря» (у деяких зонах вона може бути більше середнього значення) повинна досягатися шляхом відповідного розподілу загального потоку повітря.

Місця для розташування отворів витяжної вентиляції визначають методами аеродинамічних випробувань за коефіцієнтом статичного тиску. У каналах витяжної вентиляції в обов'язковому порядку встановлюють зворотні клапани, які перешкоджають проникненню в салон автомобіля пилу та вихлопних газів. При випробуваннях і доведенні системи мікроклімату шляхом правильного підбору одного з варіантів системи витяжної вентиляції в поєднанні з системою опалення можна домогтися підвищення комфорту в салоні автомобіля.

Система вентиляції салону в сучасних автомобілях часто комплектується фільтром очищення повітря (салонний фільтр). Цей фільтр затримує пил і тверді частинки, а також може вловлювати запахи та шкідливі речовини.

Найпоширенішим способом очищення вентиляційного повітря від пилу в кабінах є його фільтрація у фільтрах з картону, синтетичних волокнистих матеріалів, модифікованого пінополіуретану та ін. Однак, для ефективного використання таких фільтрів, що відрізняються невеликою ємністю, з меншим числом технічних обслуговувань, необхідно знижувати концентрацію пилу на вході у фільтр. Для цього на вході у фільтр встановлюють пиловідокремлювачі інерційного типу з безперервним видаленням уловленого пилу.

Основні принципи знепилення вентиляційного повітря засновані на використанні одного або декількох механізмів осадження часток пилу з повітря: інерційний ефект відділення та ефекти зачеплення і осадження. Інерційне осадження здійснюється при криволінійному русі запиленого повітря під дією відцентрових і коріолісових сил. На поверхню осадження відкидаються такі частки, у яких маса або швидкість значні і вони не можуть виходити разом з повітрям по лінії струму, що обгинає перешкоду. Інерційне осадження виявляється і

тоді, коли перешкодами є елементи заповнення фільтрів з волокнистих матеріалів, торці плоских листів інерційних жалюзійних ґрат та ін.

Питання для самоперевірки

1. Як впливає вентиляція на активну безпеку автомобіля?
2. Які види вентиляції салону кузова мають легкові автомобілі?
3. Які нормативи регламентують систему вентиляції автомобільного салону?
4. Як розміщуються вентиляційні отвори в кузові?
5. Що є причиною шуму в автомобілі?
6. Які конструктивні особливості кузовних елементів сприяють зниженню рівня шуму в автомобілі?
7. Які існують способи очищення вентиляційного повітря?

З КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Студенти заочної форми навчання відповідно до програми курсу “Автомобільні кузови” самостійно вивчають літературу, що рекомендується і виконують одну контрольну роботу, яка складається з трьох питань.

Номер варіанту контрольної роботи відповідає порядковому номеру студента в журналі академічної групи.

Оформляти роботу рекомендується рукописно або комп'ютерним способом на аркушах формату А4 (210x297), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі. При оформленні керуватися вимогами ДСТУ 3008-95 – “Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення” та СТП 15-96 “Пояснювальна записка до курсових і дипломних проєктів. Вимоги і правила оформлення”. При виконанні контрольної роботи необхідно пояснювати текст схемами і рисунками в масштабі. На обкладинці роботи треба вказати: назву предмета; прізвище, ім'я, по батькові студента; код і назву спеціальності; номер залікової книжки; домашню адресу (для іногородніх) з поштовим індексом; дату виконання. Контрольна робота повинна бути підписана студентом.

Матеріал контрольної роботи розташовується в наступному порядку:

– титульний лист;

- теоретична частина;
- висновки;
- перелік посилань.

Наприкінці роботи обов'язково вказувати посилання на літературу. Бібліографічний опис оформлювати згідно з ДСТУ 8302:2015 “Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання”.

Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді з викладачем на підставі виконаної контрольної роботи та опитування за темами дисципліни. Після співбесіди приймається рішення щодо зарахування та оцінки знань студента за 100 бальною шкалою. При цьому викладачем на титульному аркуші роботи робиться позначення “зараховано” з оцінкою, наприклад, 65 балів, або “не зараховано” з оцінкою, наприклад, 50 балів. Якщо у роботі присутні суттєві недоліки та студент не показує розуміння виконаних вправ та знань з дисципліни, то робота повертається на доробку.

ВАРІАНТ 1

1. Укажіть роль кузова в автомобілебудуванні. Еволюція кузовобудування.
2. Проектування кабіни вантажного автомобіля.
3. Методи захисту кузова від корозії.

ВАРІАНТ 2

1. Дайте класифікацію кузовів транспортних засобів за формою, за призначенням, по технічним даним.
2. Основні етапи проектування кузовів легкових автомобілів.
3. Вплив навісних елементів кузова (дзеркал, бамперів, облицювання радіатора, щіток склоочисника) на його аеродинаміку.

ВАРІАНТ 3

1. Кузови з алюмінієвих сплавів. Сьогодення та перспективи.
2. Вплив окремих елементів кузова на його активну безпеку.
3. Опишіть методи побудови поверхні кузова.

ВАРІАНТ 4

1. Кузови з вуглепластику. Сьогодення та перспективи.
2. Вплив конструкції кузова на пасивну безпеку. Опишіть захисні системи автомобіля.
3. Типи сталей, які застосовуються у кузовобудуванні.

ВАРІАНТ 5

1. Опишіть порядок проектування кузова. Перелічіть моделі і макети, що виготовляються у процесі проектування кузова.
2. Способи з'єднання різних деталей кузова.
3. Неметалеві матеріали, які застосовують у кузовобудуванні.

ВАРІАНТ 6

1. Порядок розробки салону автомобіля.
2. Сидіння транспортних засобів. Вимоги, запропоновані до сидінь. Типи сидінь і їхня установка.
3. Які типи скла застосовуються у кузовобудуванні?

ВАРІАНТ 7

1. Аеродинаміка автомобіля. Дайте визначення коефіцієнта опору повітря.
2. Розрахунок кузова методом кінцевих елементів. Наведіть необхідні схеми.
3. Джерела шуму в автомобілі. Назвіть способи зменшення шуму в салоні автомобіля.

ВАРІАНТ 8

1. Аеродинамічне оформлення кузова автомобіля. Обмеження, що накладаються аеродинамікою на конфігурацію кузова.
2. Системи опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та шумопоглинання в кузовах.
3. Опишіть методи випробувань кузовів.

ВАРІАНТ 9

1. Класифікація кузовів автобусів.
2. Геометрія поверхні кузова (типи поверхонь, залежності між кривими, побудова поверхонь).
3. Що таке оглядовість автомобіля?

ВАРІАНТ 10

1. Загальні положення розрахунку кузовів методом кінцевих елементів.
2. Основні етапи технологічного процесу складання-зварювання кабін вантажних автомобілів.
3. Маса конструкції кузова і можливості її зменшення.

ВАРІАНТ 11

1. Що таке компоновальне креслення автомобіля? Методика оформлення компоновального креслення автомобіля.
2. Основні етапи технологічного процесу складання-зварювання платформ вантажних автомобілів.
3. Загальні відомості про лакофарбові покриття кузовів автомобілів.

ВАРІАНТ 12

1. Використання САПР в автомобілебудуванні.
2. Як виконується макет салону і його роль у процесі проектування кузова автомобіля?
3. Використання пластмас у кузовобудуванні.

ВАРІАНТ 13

1. Які методи проектування застосовують при створенні кузовів?
2. Які вимоги висуваються до місця водія з точки зору ергономіки?
3. Випробування кузовів автомобілів в аеродинамічних трубах.

ВАРІАНТ 14

1. Основні етапи технологічного процесу складання-зварювання легкових автомобілів.
2. Конструктивні рішення кузовів транспортних засобів для захисту пішоходів при дорожньо-транспортних пригодах.
3. Застосування листових сталей підвищеної корозійної стійкості у кузовобудуванні.

ВАРІАНТ 15

1. Сучасні тенденції дизайну кузова автобусів.
2. Основи композиції автомобіля.
3. Лазерне зварювання та пайка у кузовобудуванні. Переваги та недоліки.

ВАРІАНТ 16

1. Сучасні тенденції дизайну кузова легкових автомобілів.
2. Складально-зварювальне оснащення для виробництва кузова.
3. Низьковуглецеві сталі для кузовів і їх властивості.

ВАРІАНТ 17

1. Сучасні тенденції дизайну вантажних автомобілів.
2. Споживчі функції та виробничі відносини кузовів автомобілів.
3. Легкі високоміцні стали для кузова.

ВАРІАНТ 18

1. Особливості компонування вантажних автомобілів для магістральних перевезень.
2. Опишіть найважливіші типи конструкцій систем обігріву і вентиляції кузова.
3. Використання сучасних алюмінієвих сплавів у кузовобудуванні.

ВАРІАНТ 19

1. Як виконується плазове креслення кузова і його роль у процесі проектування автомобіля?
2. Повний аеродинамічний опір транспортного засобу.
3. Лабораторні випробування кузовів.

ВАРІАНТ 20

1. Проектування місця пасажира у легковому автомобілі.
2. Розподіл навантажень кузова легкового автомобіля.
3. Основні вимоги до ізолюючих матеріалів у кузовобудуванні.

ВАРІАНТ 21

1. Проектування пасажирських місць у кузові автобуса.
2. Навантаження, які виникають при зіткненні транспортних засобів.
3. Матеріали, які використовують для оздоблення салону кузова автомобіля.

ВАРІАНТ 22

1. Методи визначення рівня полу кузова.
2. Особливості проектування кузовів вагонної компоновки.
3. Аеродинаміка внутрішньої частини кузова транспортного засобу.

ВАРІАНТ 23

1. Моделі форми кузова автомобіля. Особливості проектування.
2. Системи клімат-контролю автомобіля.
3. Консервація кузова. Основні вимоги.

ВАРІАНТ 24

1. Технічна розробка проекту кузова. Основні етапи.
2. Аналітичні методи побудови криволінійних поверхонь.
3. Маса конструкції кузова і можливості її зменшення.

ВАРІАНТ 25

1. Технологія експлуатації кузова.
2. Графічні методи побудови криволінійних поверхонь.
3. Вимоги до акустичної комфортабельності автомобіля.

ВАРІАНТ 26

1. Класифікація кузовів автобусів.
2. Основи композиції автомобіля.
3. Кузови з вуглепластику. Сьогодення та перспективи.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

Основна

1. Конструкция автомобиля. Кузова и кабины: учеб. для вузов / под ред. А. Л. Карунина. М. : Горячая линия – Телеком, 2008. 464 с.
2. Павловский Я. Автомобильные кузова / пер. с польск. М. : Машиностроение, 1977. 544 с.
3. Штробель В.К. Современный автомобильный кузов / пер. с нем. Н. А. Юниковой // под ред. Л. И. Вихко. М. : Машиностроение, 1984. 264 с.
4. Кудрявцев С. М., Пачурин Г. В., Соловьев Д. В., Власов В. А. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля : монография / под общей ред. С. М. Кудрявцева. Н. Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2010. 236 с.
5. Тесер Е. Кузова большегрузных автомобилей / пер. с польск. М. : Машиностроение, 1979. 230 с.

Додаткова

6. Афанасьев Л. Л., Дьяков А. Б. Иларионов В. А. Конструктивная безопасность автомобиля : учеб. пособие. М. : Машиностроение, 1981. 368 с.
7. Евграфов А. Н. Аэродинамика автомобиля : учеб. пособие. М. : МГИУ, 2010. 356 с.
8. Фентон Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет / пер. с англ. М. : Машиностроение, 1984. 199 с.
9. Кац А. М. Автомобильные кузова: Техническое обслуживание и ремонт. М. : Транспорт, 1986. 272 с.
10. Хохряков В. П. Вентиляция, отопление и обеспыливание воздуха в кабинах автомобилей. М. : Машиностроение, 1987. 152 с.
11. Технология изготовления автомобильных кузовов. / Д. В. Горячев и др. / под. ред. Д. В. Горячева. М. : Машиностроение, 1979. 352 с.
12. Основы разработки конечно-элементных моделей кузовных конструкций автотранспортных средств. Расчеты на безопасность и прочность: учеб. пособие / Л. Н. Орлов и др. // под. ред. Л. Н. Орлова. Н. Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2014. 144 с.
13. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна: Учеб. для студ. вузов / И. С. Степанов, А. Н. Евграфов, А. Л. Карунин, В. В. Ломакин, В. М. Шарипов // под общ. ред. В. М. Шарипова. М. : МГТУ “МАМИ”, 2002. 230 с.