

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни

"Основи ергономіки"

для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
("Колісні та гусеничні транспортні засоби"),
усіх форм навчання

Частина 2 - змістовий модуль 2.

Розробка панелі приладів.

Конструктивна безпека транспортних засобів.

Система "людина-машина-навколишнє середовище".

Застосування САПР.

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни "Основи ергономіки" для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби") усіх форм навчання. Частина 2 - змістовий модуль 2. Розробка панелі приладів. Конструктивна безпека транспортних засобів. Система "людина-машина-навколишнє середовище". Застосування САПР / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 82 с.

Укладачі: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук;
О.В. Дударенко, доцент, канд.техн.наук;
А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук;
А.В. Щербина, доцент, канд.техн.наук

Рецензенти: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук;
С.М. Турпак, професор, д-р.техн.наук

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

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі»
Протокол № 2
від « 3 » жовтня 2018.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 63
від « 24 » жовтня 2018.

ЗМІСТ

Вступ	86
Тематичний план лекційних занять	88
Лекція № 8. Розробка панелі приладів	91
Лекція № 9. Комфортабельність транспортних засобів.....	104
Лекція № 10. Інтер'єр кузова і кабіни транспортних засобів	117
Лекція № 11. Конструктивна безпека транспортних засобів	123
Лекція № 12. Система "людина-машина-навколишнє середовище"..	133
Лекція № 13. Аеродинамічні властивості машини. Колір в автомобілебудуванні	138
Лекція № 14. Застосування САПР при конструюванні автомобілів ..	146
Рекомендована література	162
Основна	162
Додаткова	162
Інформаційні ресурси.....	164

ВСТУП

Дисципліна "Основи ергономіки" знайомить студентів інженерно-технічних спеціальностей з основними вимогами ергономіки щодо раціонального урахування "людського фактору" при проектуванні і конструюванні транспортних засобів.

Ціль такого урахування - створення максимально ефективних і надійних систем керування та умов праці, що відповідають можливостям людини і сприятимуть тривалому збереженню його працездатності і здоров'я.

Окремі положення і спільні питання дисципліни викладаються в одній темі лекції, що об'єднує в цьому випадку дві і навіть три теми із близькою по змісту тематикою. Така побудова тем лекційних занять допомагає усебічно показати можливості практичного застосування ергономіки і дизайну для вирішення виробничих задач у різних технологічних схемах.

Даний курс лекцій "Основи ергономіки" має за мету допомогти студентам отримати теоретичні знання, які забезпечать системний підхід при проектуванні транспортних засобів з урахуванням ергономічних, естетичних і соціальних факторів, а також ознайомити з основами технічної естетики, із проблемами, пов'язаними з упровадженням методів художнього конструювання в промислове виробництво, і підготувати майбутніх інженерів до спільної роботи із автомобільними дизайнерами.

Все це представляється авторам курсу особливо значимим, тому що в сучасних умовах, майбутній фахівець повинен бути готовий до роботи в будь-якій області, яка можливо і не визначається спеціальністю, позначеною в його дипломі про вищу технічну освіту.

Після закінчення вивчення дисципліни "Основи ергономіки" студент повинен **знати**:

- значення дизайну автомобілів і роль форми в реальному процесі конструювання автомобіля і трактора;
- основні принципи ергономіки, систему "людина-машина-середовище", основні принципи проектування місця і зон роботи водія і пасажирів;
- основи аеродинаміки автомобіля;
- загальні принципи забезпечення конструктивної пасивної безпеки;

- методи фіксації поверхні форми кузова і кабіни.

вміти:

- проводити критичний аналіз дизайн-форми автомобіля;
- в основному компонувати робоче місце водія і пасажирів транспортних засобів;
- приймати конструкторські рішення, що забезпечують комфортабельність і конструктивну пасивну безпеку автомобіля і трактора;
- проводити основний обмір поверхні кузова автомобіля.

володіти:

- навичками аналізу ергономіки прийнятих конструктивних і компоновальних рішень автомобілів і тракторів;
- навичками оцінки безпеки і комфорту прийнятих компоновальних рішень.

Матеріал, викладений у даному конспекті лекцій надає студентам необхідну інформацію з кожного з розділів навчальної програми курсу "Основи ергономіки" і допоможе студентам досягти необхідного рівня знань, практичних навичок та умінь.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

Загальний об'єм курсу становить 28 годин і складається з двох змістових модулів. Даний конспект лекцій дисципліни "Основи ергономіки" складається з двох частин, і розроблений відповідно до:

Робоча програма з дисципліни "Основи ергономіки" для студентів за напрямом підготовки 6.05050305 – "Машинобудування", спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування (Колісні та гусеничні транспортні засоби), усіх форм навчання. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 18 с.

Нижче наведено назву змістового модуля дисципліни "Основи ергономіки", найменування тем лекційних занять в модулі і вказано кількість годин аудиторних занять, для студентів денної форми навчання, окремо для кожної лекції. Для кожної теми лекції вказано перелік питань які треба розглянути під час даної лекції.

Слід враховувати те, що в даному конспекті лекцій приведено лише стислий огляд питань кожної лекції. Крім того навчальним планом дисципліни передбачено активну самостійну роботу студентів за вказаними темами курсу. Вкінці кожної лекції наведено перелік питань для самоперевірки.

Для самостійної роботи, студенту слід користуватися рекомендованою літературою для вивчення дисципліни, перелік якої наведено в кінці даного конспекту лекцій, а також використовувати розроблені методичні вказівки:

Методичні вказівки з вивчення дисципліни "Основи ергономіки" та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби"), усіх форм навчання. / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 62 с.

Змістовий модуль 2. Розробка панелі приладів. Конструктивна безпека транспортних засобів. Система "людина-машина-навколишнє середовище". Застосування САПР.

Тема 8. Розробка панелі приладів (2 год.)

Загальна компоновка панелі приладів. Інформативність панелі

приладів. Загальні принципи проектування індикаторів. Способи використання, призначення та комбінування індикаторів. Освітлення індикаторів і приладової панелі. Попереджувальні та сигнальні пристрої. Механічні індикатори. Конструювання шкал приладів. Проектування цифрових лічильників.

Тема 9. Комфортабельність транспортних засобів (2 год.)

Втома водія (оператора). Види комфортабельності - кліматична, вібраційна, акустична. Системи вентиляції та опалення салону автомобіля. Організація мікроклімату на робочому місці водія.

Тема 10. Інтер'єр кузова і кабіни транспортних засобів (2 год.)

Компонування внутрішнього простору кабіни і кузова. Компонування салону автобуса. Компонування кабіни трактора. Сидіння: основні типи застосовуваних сидінь; вимоги, що пред'являються до конструкції сидінь.

Тема 11. Конструктивна безпека транспортних засобів (2 год.)

Фактори і причини виникнення дорожньо-транспортних пригод. Активна і пасивна безпека. Навантаження при зіткненні. Ремені безпеки. Градації жорсткості кузова. Елементи інтер'єру кузова з точки зору пасивної безпеки. Безпека при нещасному випадку. Захисні схеми.

Тема 12. Система "людина-машина-навколишнє середовище" (2 год.)

Загальні відомості про систему "людина-машина" (СЛМ). Елементи системи "водій-автомобіль-дорога-середовище" (ВАДС) та їх взаємний вплив. Схема прийняття рішення водієм і можливі помилки. Фактори, що впливають на розвиток дорожньої ситуації. Професійна підготовка водія, його фізіологічний стан та їх зв'язок з безпекою руху. Вплив навколишнього середовища на елементи системи ВАДС.

Тема 13. Аеродинамічні властивості машини. Колір в автомобілебудуванні (2 год.)

Аеродинамічні властивості колісної машини. Зв'язок дизайну і аеродинаміки колісної машини. Вплив аеродинаміки на споживчі властивості колісної машини. Колір - поняття кольору та загальні відомості. Характеристика і змішування кольору. Колірний і яркостний контрасти. Зір і колірне сприйняття. Вплив кольору на людину - психологічні та фізіологічні особливості. Основні принципи застосування в художньому конструюванні. Прилади для вимірювання кольору. Колірна гамма автомобілів.

Тема 14. Застосування САПР при конструюванні автомобілів (2 год.)

Стан ринку САПР у світі і сучасні системи автоматизованого проектування застосовувані в автомобілебудуванні. Компоненти САПР. Системи автоматизованої розробки креслень. Метод кінцевих елементів. Виробничий цикл деталі. Технологічна підготовка виробництва. Числове програмне управління. Швидке прототипування і виготовлення. Віртуальна інженерія.

ЛЕКЦІЯ № 8. РОЗРОБКА ПАНЕЛІ ПРИЛАДІВ

План лекції. Загальна компоновка панелі приладів. Інформативність панелі приладів. Загальні принципи проектування індикаторів. Способи використання, призначення та комбінування індикаторів. Освітлення індикаторів і приладової панелі. Попереджувальні та сигнальні пристрої. Механічні індикатори. Конструювання шкал приладів. Проектування цифрових лічильників.

Література: [1], с. 72-87; [3], с. 39-51, 56-59; [6], с. 154-157; [9], с. 79-88; [22], с. 65-87; [22], с. 50-81, 84-96; [23], с. 102-104, 127-131; [25], с. 163-173; [21], с. 144-153; [22], с. 81-84, 107-135; [23], с. 135-136.

У самому загальному виді керування автомобілем або трактором являє собою процес безперервного регулювання траєкторії руху і швидкості, за допомогою органів керування на основі інформації, яку водій одержує від об'єкта керування і навколишнього середовища через свої органи почуттів. Основний канал одержання цієї інформації – людський зір. Значна частка інформації надходить до водія від засобів відображення інформації (ЗВІ).

Засоби відображення інформації можуть бути різними: аналогові й цифрові прилади різних видів, дисплеї, сигнальні лампи, індикатори, світлові табло та ін. Вони повинні бути розташовані перед водієм у доступних для огляду місцях. Основна частина ЗВІ міститься на панелі, яку прийнято називати панеллю приладів.

На найпершій стадії компоновання приладової панелі необхідно вирішити два питання: як розташувати приладову панель і яку інформацію вона повинна надавати водієві, тобто які засоби відображення інформації вона повинна містити.

Якщо транспортний засіб має кермо (штурвал), то звичайно панель приладів розташовується за ним, що обмежує її оглядовість водієм (рис. 8.1). Таке взаємне розташування керма й панелі приладів характерно для автомобілів.

При компонованні робочого місця водія в першому наближенні місце розміщення панелі приладів можна визначити за допомогою побудов, показаних на рис. 8.2.

На бічній проекції автомобіля будуються характеристичні точки положення очей водія V_1 і V_2 . На компоновочному кресленні повинно бути зазначене положення керма. Оскільки верхня точка керма зви-

чайно лежить поблизу нижньої границі зони оглядовості переднього вікна, то панель приладів доводиться розмішувати таким чином, що її видно водієві тільки в просторі між ободом керма в його верхній частині та маточиною кермового колеса.

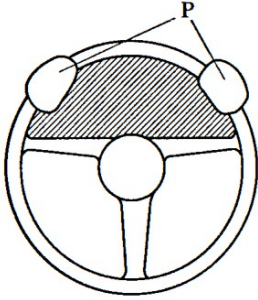


Рисунок 8.1 – Зона оглядовості через кермо

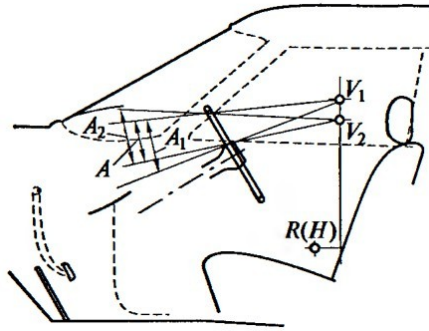


Рисунок 8.2 – Побудова зони розташування панелі приладів

Виходячи із цього здійснюють наступну побудову. З верхньої характеристичної точки положення очей водія V_1 , проводимо два промені: один через нижню крайку ободу керма, іншу - через верхню крайку його маточини. Ці промені в орієнтовній зоні розміщення панелі приладів дають відрізок A_1 . Цей відрізок буде видний із точки V_2 . Потім так само проведемо два промені із точки V_2 , вони дадуть відрізок A_2 , який буде видний із точки V_1 .

Очевидно, що зображений на рис. 8.2 відрізок A буде видний з обох точок. У цій зоні слід розташовувати середню частину панелі приладів. Поздовжні розміри, що визначають положення панелі приладів, диктуються наступними міркуваннями. З одного боку, бажано помістити її можливо ближче до водія. Тоді йому буде зручніше бачити дрібні деталі (розподіли й цифри на шкалах приладів та ін.), але в цьому випадку розміри панелі вийдуть менше, тому що промені із точок V_1 і V_2 розходяться, а вільний простір між панеллю і кермом зменшиться до неприпустимої величини.

З іншого боку, при реальному компонуванні автомобіля область у верхній частині переднього щита кузова виявляється вкрай насиченою різними пристроями. У результаті розмістити тут прилади, які мають істотні розміри по глибині, важко, тим більше що панель при-

ладів зверху звичайно закривається козирком.

Звичайне місце розташування панелі приладів по глибині визначається на основі компромісу. Побудова, проведена на рис. 8.2, задає лише орієнтовне положення панелі приладів. Конструктор повинен мати на увазі, що оглядовість приладів буде обмежена не тільки зверху й знизу (ободом рульового колеса та його маточиною в середньому перетині), але й з боків.

Уявлення про реальну оглядовість дає рис. 8.1. Крім ободу рульового колеса та його маточини, оглядовості приладів заважають також руки водія при їхньому звичайному положенні на кермі (позначені буквою Р). Таким чином, водій може бачити лише зону, виділену на рис. 8.1 штрихуванням. Тут і варто розташовувати основні засоби відображення інформації.

Однак заштрихована область на рис. 8.1 також не дасть повного подання про реальну зону, у якій варто помістити панель приладів. Як відомо, людина має бінокулярний зір, і завдяки цьому бічні границі зони видимості панелі будуть ширше, ніж заштрихована область малюнка. Можна визначити раціональне місце розміщення панелі приладів за допомогою якої-небудь із сучасних графічних комп'ютерних програм, але остаточне рішення звичайно приймається тільки після виготовлення посадкового макета кабіни автомобіля.

Панель приладів, розташована за кермом, - це не єдине місце для розміщення засобів відображення інформації. Можна використати простір ліворуч і праворуч від рульового колеса, на консолі посередині автомобіля під передньою панеллю кузова, а також у передній частині стелі кабіни. Світлові індикатори іноді поміщають над панеллю приладів, у нижньої крайки переднього вікна.

При компонуванні панелі приладів трактора варто керуватися діючими стандартами, що стосуються розміщення засобів відображення інформації (ГОСТ 12.2.019-86).

За вихідну точку, щодо якої проводяться побудови при компонуванні розташування приладової панелі, приймається точка відліку параметрів оглядовості К. Її положення, у свою чергу, визначається щодо точки відліку сидіння. Відстань від точки К до поверхні приладів, що мають шкали та літеро-цифровий алфавіт, повинна бути в межах 500...850 мм. Конкретні значення варто приймати відповідно до діючих стандартів. У технічно обґрунтованих випадках засоби відображення інформації трактора можуть розташовуватися і в інших міс-

цях, це допускається стандартами.

У кожному разі конструктор повинен не сліпо додержуватися приписів і правил, а враховувати реальні компоновочні особливості машини. Панель приладів у жодному разі не повинна обмежувати зовнішню оглядовість трактора. Необхідно враховувати, що панель приладів може затулятися від водія кермом або важелями, на яких він постійно тримає руки.

Інформативність приладової панелі.

Важливим питанням, що вирішує конструктор, є вибір конкретних приладів та інших інформаційних пристроїв, якими повинен бути обладнаний автомобіль або трактор, і в якому композиційному порядку ці пристрої повинні бути розмішені на панелі приладів, на обмеженому просторі інформаційного поля.

Основну зорову інформацію про дорожню обстановку, про рухливий й нерухомі орієнтири водій одержує ззовні. До приладів він звертається епізодично, кожне звернення відбувається за час 0,5...0,8 с, а загальний час звернень звичайно не перевищує 1 % робочого часу.

За час звернення водій повинен вибрати із всієї сукупності інформації, що надається йому на панелі, потрібну для нього зараз, зчитати її з інформаційного пристрою, осмислити, щоб потім виконати той або інший вплив на автомобіль або трактор за допомогою органів керування. Зчитування інформації протікає в умовах гострого дефіциту часу, причому цей дефіцит збільшується з ростом швидкості руху й щільності транспортного потоку.

При кожному звертанні до панелі приладів водій, не усвідомлюючи цього, вирішує пошукове завдання. Час його виконання залежить від наступних факторів:

- загального числа елементів інформаційного поля;
- щільності елементів інформаційного поля й характеру тла;
- структури інформаційного поля;
- маршруту руху очей;
- розмаїтості елементів інформаційного поля.

Одна з основних рекомендацій - число приладів, розташованих на панелі, повинне бути мінімальним, але достатнім.

Розташовані на панелі приладів пристрої не повинні "налазити один на одного", вони повинні чітко виділятися, навіть якщо розташовані під загальним склом. Відстань між окремими пристроями повин-

на бути достатньою для фіксації погляду саме на цьому пристрої. Тло приладової панелі не повинно відволікати на себе увагу водія. Як негативний приклад можна привести циферблати наручних або настінних годин з різними кольоровими картинками на них.

Щоб зменшити час, що водій витрачає на пошук потрібного інформаційного пристрою, доцільно різні прилади (індикатори, сигнальні лампи і т.п.) розташовувати на панелі окремими функціональними зонами.

Наприклад, відомості про режим роботи двигуна (частота обертання колінчатого вала, температура, тиск масла та ін.) краще одержувати від пристроїв, які розташовані поблизу один від іншого. Зону їхнього розміщення можна виділити яким-небудь дизайнерським прийомом: обвести облямівкою, позначити кольорами або якимось інакше.

Також доцільно виділити засоби відображення інформації про параметри руху автомобіля (швидкості, пройденому шляху, сумарного пробігу). Інакше кажучи, структура інформаційного поля повинна бути впорядкована.

Якщо прилад відбиває динамічний процес, наприклад збільшення частоти обертання колінчатого вала двигуна при розгоні автомобіля (тахометр), то виявляється, що стрілка плавно переміщується по шкалі, та її рух легко прогнозується водієм, а цифровий прилад дає швидко мінливі числа, і встежити за їхньою зміною неможливо.

Стандарти пропонують, що частота зміни цифр не повинна перевищувати двох у секунду. Якщо врахувати, що весь розгін динамічного автомобіля на одній з низьких передач не перевищує декількох секунд, стане зрозумілим, що цифровий прилад для такого використання непридатний.

При стрілочному тахометрі водій периферичним зором оцінює положення стрілки, навіть не прив'язуючи його до конкретних розподілів шкали, і цієї інформації йому досить. У той же час багато систем автомобіля і трактора міняють свій стан повільно, але при цьому бажана висока точність їхньої оцінки. У цьому випадку доцільно використати цифрові пристрої. У цифровій формі зручно представляти пробіг автомобіля, відпрацьовані дизелем мотогодини та ін.

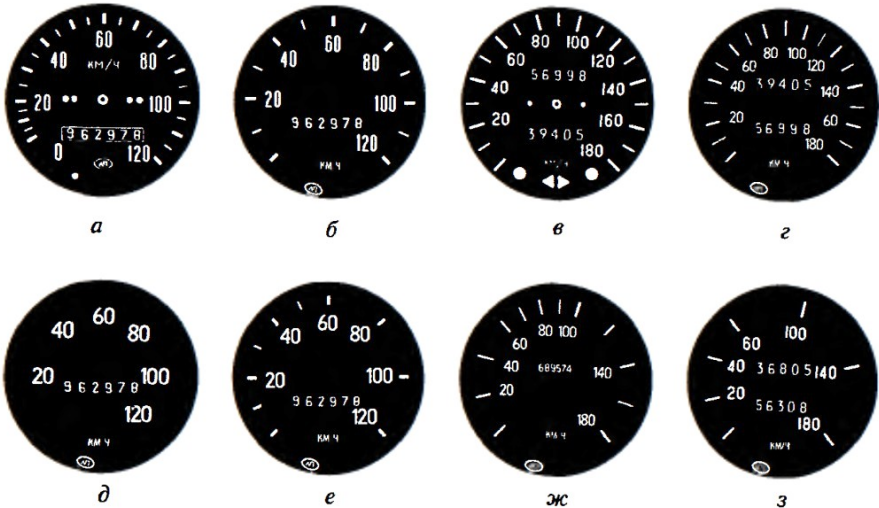
Правила проектування шкал приладів.

Модуль оцифровки – це форма подання чисел, що відповідають розподілам шкали. Модуль може бути декількох видів:

- одиничний (1...2...3...4...);
- п'ятірковий (5...10...15...20...);
- десятковий (10...20...30...).

Найбільш зручний для читання і такий що дає найменший відсоток помилок зчитування – це десятковий модуль. Якщо вимірювана величина виражається більшими числами, то на шкалі застосовується десятковий модуль оцифровки й указується загальний множник, наприклад $\times 100$. Для тахометра можна застосовувати одиничний модуль із вказівкою загального множника $\times 1000$, тоді частота обертання легко оцінюється водієм у тисячах обертів у хвилину.

На рис. 8.3 показано кілька варіантів шкал спідометра й наведені відомості про відсоток помилкових зчитувань показань.



а - помилка 2 %; б - помилка 6 %; в - помилка 6 %; г - помилка 3 %;
д - помилка 10%; е - помилка 4%; ж - помилка 10%; з - помилка 0%

Рисунок 8.3 - Різні варіанти шкал спідометра і отримані при випробуваннях помилки зчитування показань

Число розподілів шкали повинне бути мінімальним і відповідати реальній точності вимірювальної системи. Наприклад, показчик рівня палива в баку звичайно дає досить орієнтовні показання у зв'яз-

ку зі складною формою бака й нелінійністю поплавкового датчика рівня. У цьому випадку досить поставити на шкалі всього три розподіли ($0 - 1/2 - 1$).

Орієнтація цифр повинна бути горизонтальною. Це ставиться до звичайного виконання приладу, коли шкала нерухома, а стрілка переміщається. У деяких випадках круглу шкалу роблять поворотною, а показання зчитуються, коли розподіл шкали підходить до нерухомого покажчика. У цьому випадку орієнтація цифр на шкалі - радіальна, але вони з'являються у віконці для зчитування у вертикальному виді. При такій поворотній шкалі у віконці повинне з'являтися одночасно не менш двох чисел, щоб оператор міг передбачати, яке число з'явиться наступним.

Рівномірність шкали - важлива ергономічна вимога. Однак відомо, що багато вимірювальних пристроїв, застосовувані на автомобілях і тракторах, і, відповідно, шкали їхніх приладів мають істотну нелінійність. У цих випадках оцифровка робиться рівномірною, а основні розподіли наносяться в тих місцях, де вони повинні бути для вказівки відповідних значень.

При цьому шкала виходить трохи нерівномірною, але це найчастіше вдається згладити різними дизайнерськими прийомами. Так, шкали спідометрів в області дуже малих швидкостей руху (а тут нелінійність особливо велика) часто взагалі не мають розподілу, а стрілка починає відхилятися, наприклад, тільки зі швидкості 10 км/год або більше.

Зростання показань приладів пояснюється рис. 8.4. При зростанні показань приладу стрілка (покажчик) повинна переміщатися: при круговій шкалі — по годинній стрілці; при дуговій і прямокутній горизонтальній — ліворуч праворуч; при прямокутній вертикальній — знизу нагору.

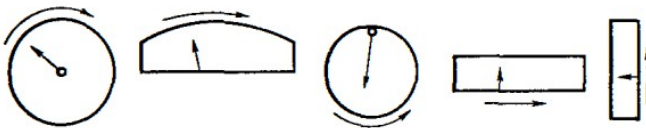


Рисунок 8.4 – Напрямок руху стрілки приладу при зростанні показань

Система поділів і цифр для приладів одного розміру і установлених поруч повинна бути однаковою. Наприклад, якщо спідометр і

тахометр поміщені в середню частину інформаційного поля приладової панелі, то їхні шкали повинні мати однакові розміри цифрових позначень, основних і додаткових штрихів. Повинна бути однаковою також "ступінь подробиці" шкали, тобто якщо при десятковому модулі оцифровки на одній зі шкал наносяться проміжні розподіли через п'ять одиниць, то такі ж розподіли повинні бути і на іншій шкалі.

Розташування покажчика і розподілів шкали повинне бути таким, щоб кінець стрілки (покажчика) перебував можливо ближче до розподілів шкали, а сама стрілка не перекривала оцифровку. Треба відзначити, що ця рекомендація в автомобільних і тракторних приладах із круговою шкалою часто порушується. Пояснюється це тим, що конструктор прагне розташувати розподіли шкали на можливо більшому радіусі при обмеженому просторі на приладовій панелі, і йому доводиться поміщати оцифровку усередині окружності, описуваної кінцем стрілки. Звичайно це не викликає незручностей у водія, тому що розташування основних розподілів шкали легко запам'ятовується, а тонкий кінець стрілки перекриває оцифровку не повністю.

Розміри цифр і ліній вибираються залежно від відстані, на якій шкала перебуває від водія, і від загального дизайнерського рішення панелі. Звичайна висота цифр на шкалах - 6...10 мм при товщині ліній 0,5...1,0 мм. Ширина штриха найчастіше коливається від 1 до 2 мм, довжина — від 5 до 10 мм, оцифровані штрихи повинні бути істотно товщі та довші за інших.

Розмір шкал приладів вибирають залежно від відображуваної інформації: бажаний діаметр шкали приладів, що несуть найбільш важливу інформацію - 120...130 мм, менш важливу - 70...80 мм, інших - 50 мм.

Колірне рішення шкал приладів - дуже важлива характеристика, що істотно впливає на надійність зчитування інформації. Оптимальний колір шкали автомобільного або тракторного приладу - чорний матовий при білих цифрах і штрихах. Гарні результати дає також трохи "приглушений" білий колір цифр, а стрілку іноді роблять жовтогарячою. Треба враховувати, що стандарти передбачають необхідність максимального контрасту між кольорами шкали (тла) і символів.

Підсвічування приладів повинне забезпечувати гарну видимість їх у темний час доби. Найчастіше воно здійснюється лампочками накаливання, розташованими усередині приладу й освітлючими його шкалу розсіяним світлом. Застосовується також підсвічування

шкал лампочками, розташованими за шкалою і підсвічуючими цифри й штрихи, які виконані прозорими. Стрілка підсвічується окремою лампочкою. Часто для розподілу світла усередині приладу використовуються світловоди із прозорої пластмаси, які дозволяють підсвічувати всю шкалу, а іноді й кілька приладів від одного джерела світла.

Таким же способом часто підсвічують кнопки та інші органи керування. Яскравість підсвічування повинна регулюватися, тому що умови зовнішнього висвітлення в темний час доби, наприклад, на міській вулиці й сільській дорозі сильно розрізняються. Звичайно підсвічування приладів включається автоматично при включенні зовнішніх світлових приладів, але на багатьох автомобілях вона включається незалежно від цього при запуску двигуна.

Попереджувальні і сигнальні пристрої.

Дуже часто водію необхідне тільки попередження про небезпечну ситуацію або в сигнал про те, що який-небудь агрегат не працює. Найбільш загальні пристрої для пред'явлення простої двозначної інформації - це сигнальні вогні, механічні "прапорці" та звукові сигнали.

Хороший попереджувальний пристрій повинен відповідати наступним трьом вимогам:

- чітко спрацьовувати і залучати до себе увагу зайнятого або стомленого водія;
- повідомляти водієві що трапилося і що він повинен почати робити;
- якщо в цьому немає необхідності, не відволікати уваги водія, постійно спрямованого на виконання інших важливих дій.

Залучення уваги. Для того щоб сигнал миттєво привертав увагу зайнятого або стомленого водія, потрібно щоб він мав високий ступінь "помітності". Це особливо важливо, якщо такі сигнали є рідкими а отже, несподіваними. Залучення уваги до сигналу зростає, коли збільшується його розмір, яскравість, гучність або рух, але в той же час сигнал не повинен бути настільки інтенсивним, щоб засліплювати або лякати водія.

Угрупування сигналів. Конструктор може допомогти водієві дізнатися про неполадку шляхом відповідного угруповання сигнальних вогнів або механічних прапорців. Таке угруповання також створює сигнал, що різко відрізняється від інших і тому його легше виявити.

Але угруповання може більше допомогти водієві; при показі по-

ложень перемикачів, клапанів та ін., як частина загальної діаграми їхню роботу видно краще. Водій може з одного погляду визначити, чи перебуває кожний перемикач у відповідному положенні, і легко зауважує сигнал про зміну положення будь-якого перемикача.

Вибір виду сигналів. При виборі попереджувального сигналу спеціального застосування, конструктор повинен брати до уваги невідкладність сприйняття інформації, інші обов'язки водія та інші попереджувальні пристрої на його робочому місці. Якщо водія турбують попередження, що не мають значення, то він може пропустити дійсно критичні сигнали; занадто велика кількість попереджувальних пристроїв того самого типу - буде тільки плутати водія.

Звукові попереджувальні сигнали дуже привертають увагу й не залежать від напрямку очей водія, але вони менш зручні, чим зорові, для вказівки водієві, що відбулося та що він повинен робити. Крім того, вони можуть заважати мовному зв'язку. Тому звукові сигнали варто використати тільки для декількох найбільш невідкладних попереджень. Сигнальні вогні можуть бути досить ефективні.

Шляхом розташування, позначення, кольорів або інших видів кодування вогні можуть повідомляти водієві, що робити, але при цьому він повинен увесь час дивитися в напрямку розташування вогнів.

Інші зорові сигнали, такі як механічні прапорці, мало залучають увагу. Вони гарні для подачі інформації типу "Увімкнути-Виключити", а не для попередження. Сигнали, адресовані іншим сенсорним каналам (запах, вібрація, удар електричного струму), також можна використати для попередження, і вони іноді використовуються для цього.

Вибір кольорів сигналів. Попереджувальними світловими сигналами називають такі, які сигналізують про небезпечну ситуацію, яка вимагає негайного втручання водія. Такі сигнали в нормальних умовах повинні бути червоних кольорів, тому що ці кольори для більшості людей означають небезпеку. Будь-які інші сигнали в оточенні водія повинні бути інших кольорів. Потрібно враховувати також місце розташування сигналу, ступінь залучення ним уваги та його яскравість.

Конструювання шкали. Для забезпечення ясності показань необхідно передбачати на шкалі достатні інтервали між відмітками. Необхідно також вибирати правильні відмінні риси між великими й дрібними градуювальними відмітками. Більше спеціальних рекомендацій з вибору розміру шкали залежать від рівня висвітлення поверхні шка-

ли.

Шкали з нормальним освітленням. Для конструювання індикаторів, досить добре освітлюваних і не потребуючих низького рівня освітлення для забезпечення темрявої адаптації, можна дати рекомендації при наступних заданих умовах: високий контраст між градуювальними відмітками і поверхнею циферблата; достатній рівень висвітлення поверхні циферблата; дистанція зчитування 33-71 см (рис. 8.5).

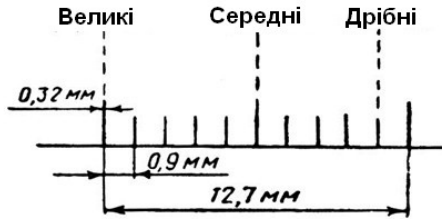


Рисунок 8.5 - Шкали з нормальним висвітленням

Мінімальна ширина великої градуювальної відмітки повинна бути 0,32 мм. Хоча градуювальні відмітки можуть бути розташовані одна від іншої на відстані 0,9 мм, але відстань між ними ніколи не повинна бути меншою подвійної ширини відмітки для білих чисел на чорному циферблаті, або менше однієї ширини відмітки для чорних відміток на білому циферблаті.

Мінімальна відстань між великими градуювальними відмітками повинна бути 12,7 мм. Висота великої, середньої і дрібної відмітки на шкалі не повинна бути меншою ніж 5,6; 4,0 і 2,3 мм відповідно.

Шкали з малим освітленням. Коли шкали індикатора потрібно читати в умовах, відмінних від нормальних (у тьмяно освітленій кабіні), необхідно приймати спеціальні міри, щоб забезпечити максимальну читабельність шкал. У цих умовах важливе значення може мати зміна товщини великих і дрібних градуювальних відміток.

Мінімальні рекомендовані розміри відміток, і відстані між ними (у мм), показані на рис. 8.6, застосовані для конструювання шкал з низьким рівнем освітленості.

Однак ці розміри не слід розглядати як незмінні і не залежні від розміру шкали, числа градуювальних відміток на шкалі і ступені важливості індикації; рекомендують розміри, які варто розцінювати як моделі для відносних розмірів шкали.



Рисунок 8.6 - Шкали з малим висвітленням

Наприклад, для розмірів, зазначених на рис. 8.6, прийнято дистанцію зчитування 71 см, для інших дистанцій рекомендують розміри, які варто збільшувати або зменшувати пропорційно зміні дистанції.

Проектування цифрових лічильників. Наступні рекомендації потрібно враховувати при проектуванні індикаторів у вигляді цифрових лічильників:

- значення чисел повинні змінюватися миттєво (стрибком), а не повільним не перериваним рухом;
- обертання по годинній стрілці поворотної ручки органа керування повинне викликати збільшення числової індикації на лічильнику, значення чисел на лічильнику повинні зростати при русі шкали нагору, щоб забезпечувалася сумісність із рухом поворотної ручки керування (рис. 8.7 а);

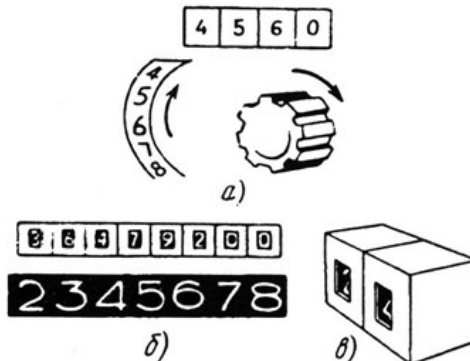


Рисунок 8.7 - Цифрові лічильники

- не розташовувати числа занадто далеко одне від іншого або нагромаджувати їх занадто близько (рис. 8.7 б);
- уникати вікон, які обмежують кут зору і збільшують відстань між числами (рис. 8.7 в).

Питання для самоперевірки

1. Які вимоги ергономіки повинні враховуватися при компонуванні панелі приладів автотранспортних засобів?
2. Перелічіть основні вимоги ергономіки до проєктованих засобів відображення інформації.
3. Перелічіть способи боротьби з відбиттям скла індикаторів розташованих на панелі приладів.
4. Перерахуйте загальні принципи проєктування індикаторів.
5. Які рекомендації необхідно враховувати при комбінуванні і об'єднанні індикаторів?
6. Перелічіть пристрої для пред'явлення простої двозначної інформації?
7. Які пред'являються вимоги до розміщення та групування сигнальних вогнів на панелі приладів?
8. Які існують переваги використання світлових індикаторів?
9. Вимоги яскравості до світлових сигналів.
10. Який існує зв'язок між яскравістю світлового сигналу і ступенем залучення уваги водія?
11. Які вимоги ергономіки пред'являються до шкал символічних індикаторів?

ЛЕКЦІЯ № 9. КОМФОРТАБЕЛЬНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

План лекції. Втома водія (оператора). Види комфортабельності - кліматична, вібраційна, акустична. Системи вентиляції та опалення салону автомобіля. Організація мікроклімату на робочому місці водія.

Література: [1], с. 220-245; [6], с. 147-155; [15], с. 154-168; [30], с. 238-248; [21], с. 26-35, 55-79.

У міру того як людина виконує ту або іншу роботу, у її організмі відбуваються процеси, які в певний момент призведуть до більш або менш різкого зниження працездатності. Такий стан, що виник під впливом проробленої роботи, та який позначається на рівні працездатності, називають втомою.

Втома - складне й різноманітне явище. Часто воно не прямо впливає на результативність трудової діяльності, а проявляється по-іншому. Так, наприклад, трудові операції, які раніше виконувалися легко, без усякої напруги, автоматично, через кілька годин роботи вимагають додаткового зусилля, відомої напруги, особливої уваги. Результативність праці в цьому випадку може і не знизитися, але саме це зусилля і напруга - вже є симптомом настання стомлення.

Іншою характерною ознакою стомлення може служити поява дрібних, здавалося б незначних помилкових дій. У деяких професіях ці помилки не грають особливої ролі і можуть не порушувати ходу виробничого процесу. Однак є такі види трудової діяльності, у яких немає "маленьких" помилок і кожна неправильна дія приводить до досить серйозних наслідків. Цей принцип повністю відноситься до водійських професій.

На підставі досліджень, проведених фахівцями з інженерної психології, можна відобразити наступні **фази зміни працездатності водія** (оператора).

Психічний і фізіологічний стан людини в період, що передує роботі, відрізняється від того, який необхідний для роботи. Тому в початковий період роботи є деяка "початкова неузгодженість" між новими вимогами до водія і його станом у цей момент, ступінь якого визначає тривалість "входження" у роботу (**перша фаза**).

Друга фаза - відносно стійка працездатність - період, коли

"входження" у роботу закінчено. Тривалість цієї фази залежить від рівня підготовки водія, а також його динамічної й статичної адаптації.

Третя фаза - зниження працездатності й надійності, обумовлене стомленням. По сучасних даних, стомлення - це не результат розтрати потенціалів, а вираження зміни функціонального стану центральної нервової системи. Воно являє собою закономірну реакцію організму на роботу. У першу чергу в результаті стомлення порушуються складні психічні процеси, тобто погіршується індуктивна форма мислення.

Водій при цьому будує замість повної імовірнісної моделі дорожньої ситуації - спрощену, з обмеженим числом очікуваних подій. Якщо на дорозі зложиться ситуація, відмінна від тієї (спрощеної), що припускав водій, імовірність ДТП різко зростає. Крім того, погіршується й моторна дія, виконувана водієм, що проявляється в зниженні точності, швидкості й погодженості рухів по керуванню автомобілем (трактором).

Швидкість розвитку стомлення залежить від безлічі факторів: динамічної й статичної адаптації, зорового комфорту, робітничого середовища та ін.

Стомлюваність впливає на здатність водія правильно, швидко й безпечно орієнтуватися в дорожній обстановці. Зниження працездатності внаслідок стомлюваності не можна вважати чисто фізіологічним явищем. Як показали численні дослідження, важлива роль у процесах стомлення належить психологічним факторам, напрузі нервової системи людини.

У практиці роботи водія автомобіля (трактора) розрізняють:

- природне стомлення, наслідки якого зникають вже на інший день;
- зайве стомлення, що виникає через неправильну організацію праці;
- шкідливе стомлення, наслідки якого не зникають на другий день, а непомітно накопичуються й довго залишаються неусвідомленими, поки раптово не виявляться.

Стомлення водіїв і інші відхилення під час роботи викликають наступні основні фактори:

- тривалість безперервного водіння автомобіля (трактора);
- психофізіологічний стан водія перед виїздом у рейс або виходом у зміну;

- водіння автомобіля (трактора) у нічний час;
- монотонність і одноманітність водіння;
- умови праці на робочому місці водія.

Найбільш об'єктивним доказом стомлення водія при керуванні автомобілем є число ДТП у залежності від тривалості руху та інших умов, що супроводжують втому. Установлено явну залежність числа ДТП і нещасних випадків від тривалості роботи.

Було доведено, що після 8 годин роботи збільшується відносне число ДТП і нещасних випадків, причому спочатку, до 10 годин, незначно, а потім з 11 години збільшення числа ДТП стає особливо інтенсивним. На першій годині роботи із провини водіїв допускається близько 12 % ДТП, а після 8 години роботи - близько 26 %.

Не менший вплив на стомлюваність водія робить психофізіологічний стан його перед виїздом. Воно погіршується від недосипання і навантаження водія перед початком роботи (психічна напруга, конфліктна нервуюча обстановка, психічна травма).

Посилення стомлення водія відбувається при керуванні автомобілем у нічний час. Це пов'язане з тим, що в цьому випадку мозок одночасно виконує дві функції: перша - керування автомобілем і друга, більше важка, - подолання природної схильності до сну.

При монотонному і одноманітному русі розвивається особливо небезпечний вид стомлення, що викликає загальмований стан вищої нервової діяльності водія і може привести до слабості, сонливості та засипання за кермом. Такий стан виникає в результаті тривалого повторення тої самої дії.

Проведені досвіди дозволили зробити висновок, що велике число ДТП, при розслідуванні яких не вдається встановити конкретної причини події, відбуваються через втрату уваги під впливом їзди по одноманітній дорозі. При цьому ні моральне, ні матеріальне стимулювання, ні створення оптимальних гігієнічних умов у деяких водіїв не можуть скоротити кількість зроблених помилок.

Таким чином, стомлення, що виникає у водія, варто вважати комбінованим, тобто фізичним, розумовим та емоційним, тому що в його роботі елементи фізичної праці сполучаються з елементами інтенсивної розумової діяльності й вираженою емоційною напругою.

Велика нервово-емоційна напруга водія обумовлена постійною готовністю реагувати на різні, раптово виникаючі зміни дорожньої обстановки, відповідальністю за життя пасажирів і пішоходів, за схо-

ронність матеріальних цінностей. Водій сучасних автомобілів повинен бути майстром швидкісного водіння, що вимагає широкого розподілу і швидкого перемикання уваги, високого ступеня емоційної стійкості й прояву вольових якостей. У деякі періоди роботи водій змушений виконувати необхідні операції по керуванню автомобілем у дуже швидкому нав'язаному темпі, близькому до межі його психофізіологічних можливостей.

Не менш важливими факторами, що прискорюють стомлення, є умови праці на робочому місці водія (положення при роботі, ритм і темп роботи, перерви в роботі), мікроклімат на робочому місці водія (температура, тиск, вологість повітря, загазованість, висвітлення, випромінювання) і рівень шуму й вібрацій. Ці фактори впливають і на виникнення відхилень у психофізіологічному стані водія.

Кліматична комфортабельність.

Ненормальні кліматичні умови в кабіні автомобіля або трактора шкідливо відбиваються на здоров'я водія (оператора) і є однією із причин, що сприяє виникненню ДТП. Під впливом підвищеної або зниженої температури в кабіні автомобіля (трактора) у водія (оператора) притупляється увага, знижується гострота зору, збільшується час реакції, швидко настає втома, з'являються помилки й прорахунки, які можуть привести до ДТП або до зниження якості виконання технологічної операції тракторним агрегатом. Установлено, що найбільш прийнятною температурою в кабіні автомобіля (трактора) є температура 20...22°C. При зниженні температури до 13°C ступінь відносної небезпеки ДТП зростає в 1,5 рази, а при підвищенні її до 27 °C - в 1,6 рази.

Одним з вимог техніки безпеки і гігієни праці є виключення можливості проникнення в кабінку водія відпрацьованих газів, які містять ряд токсичних компонентів, у тому числі оксид вуглецю. Залежно від частки оксиду вуглецю в повітрі і тривалості роботи водія (оператора) у такій атмосфері, вплив на водія буває різним.

Найбільш характерними ознаками при незначному отруєнні є сонливість, почуття втоми, інтелектуальна пасивність, порушення просторової координації рухів, помилки у визначенні дистанції і збільшення латентного періоду при сенсомоторних реакціях. Проведені дослідження показали, що досить лише незначної кількості оксиду вуглецю, щоб викликати в деяких людей відчуття вигару, одурманення, головний біль, сонливість і втрату орієнтування, тобто такі відхи-

лення, які можуть привести до з'їзду з дороги, несподіваному повороту рульового колеса, засипанню.

Оксид вуглецю засмоктуються в салон разом з відпрацьованими газами, при технічних несправностях автомобіля. Позбавлений усякого запаху і кольорів, оксид вуглецю протягом тривалого часу залишається зовсім непомітним. При цьому працююча людина отруюється в три рази швидше в порівнянні з людиною, що перебуває в стані спокою.

Необхідно враховувати, що оксид вуглецю попадає на робоче місце водія також разом з відпрацьованими газами, що викидають двигуни інших автомобілів. Особливо це небезпечно для водіїв легкових автомобілів - таксі, міських автобусів і вантажних автомобілів, що систематично працюють в умовах інтенсивного і щільного руху транспортних засобів у містах, магістралі яких заповнені відпрацьованими газами.

Дослідження повітряного середовища в кабінах водіїв і в пасажирських салонах автобусів показали, що в окремих випадках зміст оксиду вуглецю досягає 125 мг/м^3 , що в кілька разів перевищує гранично припустиму концентрацію для робочої зони водія. Тому тривале водіння автомобіля, що перевищує 8 годин, в умовах міста вкрай небезпечно через можливість отруєння водія оксидом вуглецю.

Умови, у яких людина не зазнає перегріву або переохолодження, різкого руху повітря та інших неприсмних відчуттів, можна вважати в тепловому відношенні комфортними. Комфортні умови в зимовий період трохи відрізняються від цих же умов у літній період, що пов'язано із застосуванням людиною різного одягу. Основними факторами, що визначають тепловий стан людини, є температура, вологість і швидкість повітря, температура і властивості поверхонь навколо людини. При різних сполученнях цих факторів, можна створити однаково комфортні умови в літній і зимовий періоди експлуатації.

Через різноманіття особливостей теплообміну між організмом людини та зовнішнім середовищем вибір єдиного критерію, що характеризує комфортні умови і є функцію параметрів середовища, являє собою важке завдання.

Тому комфортні умови звичайно виражають сукупністю показників, що обмежують окремі параметри: температуру, вологість, швидкість повітря, максимальний перепад температур повітря в кузові й поза ним, температуру навколишніх поверхонь (підлоги, стін, стелі),

рівень радіації, подачу повітря в обмежене приміщення (кузов, кабіну) на одну людину в одиницю часу або кратність повітрообміну (рис. 9.1 а, б).

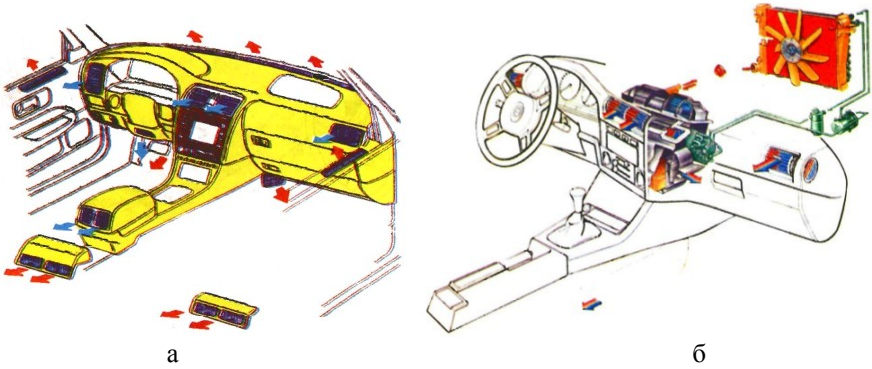


Рисунок 9.1 – Приклади багатозонних кліматичних систем легкових автомобілей

Комфортні значення температури й вологості повітря, що рекомендують різними дослідниками, трохи відрізняються. Так, Інститут гігієни праці та професійних захворювань рекомендує для людини, що виконує легку роботу, температуру повітря в зимовий час $20...22^{\circ}\text{C}$, у літнє $23...25^{\circ}\text{C}$ при відносній його вологості $40...60\%$. Припустимої є температура повітря 28°C при тій же вологості і незначній його швидкості (близько $0,1\text{ м/с}$).

За результатами французьких дослідників, для легких зимових робіт рекомендується температура повітря $18...20^{\circ}\text{C}$ при його вологості $50...85\%$, а для літніх $24...28^{\circ}\text{C}$ при вологості повітря $35...65\%$.

По іншим закордонним даним, водії автомобілів повинні працювати при більш низьких температурах ($15...17^{\circ}\text{C}$ у зимовий період експлуатації і $18...20^{\circ}\text{C}$ у літній) при відносній вологості повітря $30...60\%$ і швидкості його руху $0,1\text{ м/с}$.

Крім того, перепад температур зовнішнього повітря і усередині кузова в літній період, не повинен перевищувати 10°C . Різниця температур усередині обмеженого обсягу кузова щоб уникнути простудних захворювань людини не повинна перевищувати $2...3^{\circ}\text{C}$.

Залежно від умов роботи для забезпечення комфортних умов температуру в зимовий період можна приймати рівної 21°C при легкій роботі, $18,5^{\circ}\text{C}$ при помірної, 16°C при важкій.

Слід пам'ятати, що мікрокліматичні умови на автомобілях і тракторах регламентовані. Так, для автомобілів температура повітря в кабіні (кузові) у літній період не повинна бути вище 28°C, у зимовий (при зовнішній температурі -20°C) - не менш 14°C. У літню пору при русі автомобіля зі швидкістю 30 км/год перепад між внутрішньою й зовнішньою температурою повітря на рівні голови водія не повинен бути більше 3°C при зовнішній температурі 28°C и більше 5°C при зовнішній температурі 40°C. У зимовий час у зоні розташування ніг, поясу й голови водія варто забезпечити температуру не нижче 15°C при зовнішній температурі -25°C и не нижче 10°C при зовнішній температурі -40°C.

Вологість повітря в кабіні повинна бути 30...70 %. Підведення свіжого повітря в кабінку повинно бути не менш 30 м³/год на одну людину, швидкість руху повітря в кабіні й салоні автомобіля 0,5...1,5 м/с. Гранична концентрація пилу в кабіні (салоні) не повинна перевищувати 5 мг/м³.

У кабіні трактора в теплий період року температура повітря не повинна перевищувати для всіх зон 28°C при відносній вологості 40-60%. При цьому в теплий період року (температура зовнішнього повітря 10°C и вище) для зон з розрахунковою середньою температурою в 13 годин дня самого жаркого місяця до 25°C температура повітря в кабіні не повинна перевищувати 28°C.

Для зон з розрахунковою середньою температурою повітря о 13 годині дня самого жаркого місяця 25...30°C температура повітря в кабіні не повинна перевищувати 31°C, а для зон з розрахунковою середньою температурою повітря о 13 годині дня самого жаркого місяця понад 30°C температура повітря в кабіні не повинна перевищувати 33°C.

Перепад температур у кабіні трактора не повинен перевищувати 3°C, а відносна вологість повітря – 60 %. У районах з підвищеною вологістю допускається збільшення відносної вологості на 10 %.

У періоди з температурою зовнішнього повітря нижче 10°C температура повітря в кабіні повинна бути не нижче 14°C. Напрямок і швидкість руху повітря в кабіні повинні регулюватися. Швидкість руху повітря в зоні подиху водія (оператора) не повинна перевищувати 1,5 м/с.

Середньозважена температура всіх внутрішніх поверхонь кабіні трактора (за винятком поверхонь скла і панелі, розташованої під щит-

ком приладів) повинна бути не вище 35°C . Пристрою системи вентиляції повинні створювати в закритій кабіні надлишковий тиск не менш 10 Па. Температурні умови й рухливість повітря в кабінах автомобілів і тракторів забезпечуються системами опалення, вентиляції й кондиціювання.

Системи вентиляції та опалення салону автомобіля.

У цей час існують різні системи вентиляції і опалення кабін та салонів автомобілів і кабін тракторів, що відрізняються компонуванням і конструкцією окремих вузлів. Найбільш економічною й широко застосовуваною на сучасних автомобілях є система опалення, що використовує теплоту водяного охолодження двигуна (рис. 9.2).

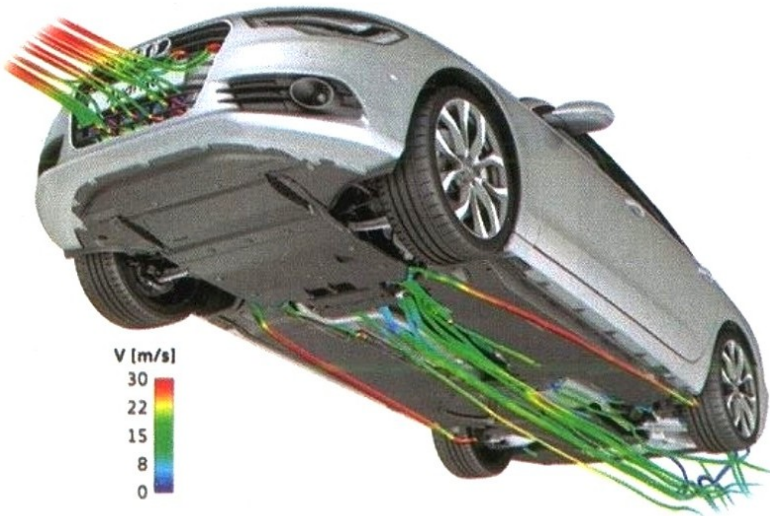


Рисунок 9.2 - Комп'ютерна візуалізація напрямку повітряних потоків системи охолодження двигуна автомобіля AUDI, виконана в системі CATIA для аналізу їх швидкості, напрямку руху й температури

Сполучення систем опалення й загальнообмінної вентиляції кабіни дозволяє підвищити економічність усього комплексу пристроїв забезпечення мікроклімату в кабіні протягом року.

Системи опалення і вентиляції відрізняються в основному розташуванням повітрозаборника на зовнішній поверхні автомобіля, типом застосовуваного вентилятора і його розташуванням щодо радіатора нагрівника (на вході або на виході з радіатора), типом застосову-

ваного радіатора (трубчасто-пластинчастий, трубчасто-стрічковий, з інтенсифікованою поверхнею, матричний та ін.), методом керування роботою нагрівника, наявністю або відсутністю обвідного повітряного каналу, рециркуляційного каналу тощо.

Забір повітря зовні кабіни в нагрівник виробляється в місці мінімальної запиленості повітря й максимального динамічного тиску, що виникає при русі автомобіля. У вантажних автомобілях і тракторах воздухозаборник розташовують на даху кабіни. У повітрозабірнику встановлюють водовідбивні перегородки, жалюзі та кришки, що приводять у дію зсередини кабіни.

Для забезпечення подачі повітря в кабінку й подолання аеродинамічного опору радіатора і повітроводів використовується вентилятор осьового, радіального, діаметрального, діагонального або іншого типу. У цей час найбільше поширення одержав двухконсольний радіальний вентилятор, тому що він має відносно малі розміри при великій продуктивності.

Для привода вентилятора застосовують електродвигуни постійного струму. Частоту обертання електродвигуна й відповідно робітника колеса вентилятора регулюють двох- або триступінчастим змінним резистором, включеним у ланцюг живлення електродвигуна.

Від конструктивного і технологічного виконання теплопередаючої поверхні радіатора, залежать продуктивність теплоти нагрівника і його аеродинамічний опір. Для підвищення ефективності тепловіддачі від радіатора ускладнюють форму його каналів, по яких рухається повітря, застосовують різні турбулізатори.

Вирішальну роль в ефективному рівномірному розподілі температур і швидкостей повітря в кабіні грає повітророзподільник. Насадки повітророзподільника виконують різної форми: прямокутної, круглої, овальної і т.п. Їх розміщують перед склом вітрового вікна, поблизу скла дверей, у центрі панелі приладів, у ніг водія та в інших місцях, обумовлених вимогами до розподілу припливних повітряних потоків у кабіні.

У насадках встановлюють різні заслінки, поворотні жалюзі, що управляють пластини і т.п. Привод до заслінок і поворотним жалюзі найчастіше розташовують безпосередньо в корпусі повітророзподільника. Повітроводи до повітророзподільника виготовляють із тонколистової сталі, гумових шлангів, гофрованих пластмасових труб і т.п. У деяких автомобілях у якості повітроводів використовують деталі кабіни,

порожнина щитка приладів. Однак таке виконання повітроводів є нерациональним, тому що не забезпечується герметичність і збільшується витрата повітря.

Безпека руху автомобіля і якість виконання технологічного процесу тракторним агрегатом у значній мірі залежать від надійного і ефективного захисту вітрового скла від запотівання і обмерзання, що досягається рівномірним його обдувом теплим повітрям і підігрівом до температури вище точки роси.

Такий захист скла конструктивно простий, не погіршує його оптичних властивостей, але вимагає збільшення продуктивності системи вентиляції і високої теплоємності скла. Ефективність струминного захисту скла від запотівання визначається температурою і швидкістю повітря на виході з насадки, розташованої перед крайкою скла. Чим вище швидкість повітря на виході з насадки, тим менше температура в зоні скла відрізняється від температури на виході з насадки.

Компонування системи вентиляції і опалення залежить від конструкцій автомобіля (трактора), кабіни, окремих вузлів і їхнього розміщення.

На відміну від автомобільних систем опалення і вентиляції в тракторах більша увага приділяється очищенню повітря, що надходить в кабінку. Це пов'язане з тим, що при виконанні тракторним агрегатом технологічного процесу (обробка ґрунту) навколо кабіни трактора створюється хмара пилу.

При оранці, посіві озимих і ярових культур, культивуванні і боронуванні, біля кабіни сільськогосподарських тракторів, навесні й восени переважає пил мінерального походження із частками розміром 1...5 мкм із концентрацією поблизу від вогнища утворення до 1400 мг/м³. При цьому на транспортних роботах запиленість повітря біля кабіни трактора значно нижче.

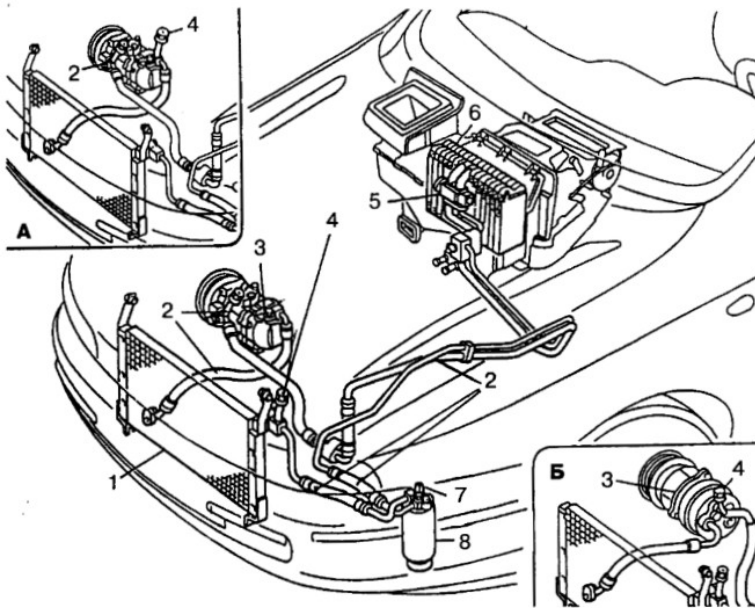
У якості розрахункової, при виборі й оцінці ефективності роботи пристрою для очищення оброблюваного повітря від пилу в системі опалення й вентиляції кабіни, можна прийняти початкову концентрацію пилу 50...150 мг/м³ при її дисперсному складі, що характеризується розміром часток пилу 5 мкм і менше.

При цьому відзначимо, що частки такого вискодисперсного пилу, будучи носіями залишкових у ґрунті шкідливих домішок (гербіцидів, пестицидів, мінеральних добрив і ін.), здатні проникати глибоко в легені людини і накопичуватися в них, з відповідними негативними

наслідками.

Інші шкідливі домішки в оброблюваному повітрі, наприклад, оксид вуглецю, мають місце або при невдалому розташуванні зрізу вихлопної труби двигуна відносно повітрязабірника, пристрою кондиціонування повітря, або при виконанні спеціальних технологічних операцій. Зниження концентрації оксиду вуглецю в повітрі кабіни, у першу чергу, забезпечується відомими конструктивними заходами, а для захисту від інших агресивних речовин необхідні спеціальні міри.

У цей час одержали поширення кондиціонери - пристрої для штучного охолодження повітря, що надходить у кабіну (кузов). За принципом дії кондиціонери підрозділяються на компресійні (рис. 9.3), з повітряною холодильною машиною, термоелектричні й випарні.



- 1 - конденсатор; 2 - трубопроводи, шланги; 3 - компресор; 4 - сервісні клапани; 5 - терморегулювальний вентиль або капілярна трубка (з діафрагмою) постійного перетину; 6 - випарник; 7 - реле тиску; 8 - ресивер-осушувач або акумулятор

А й Б - конструктивні різновиди виконання

Рисунок 9.3 - Склад парокompресійного кондиціонера для легкового автомобіля

Автоматичне керування режимом роботи нагрівника деяких автомобілів (тракторів) виробляється зміною витрати води або повітря через радіатор нагрівника. При автоматичному регулюванні за рахунок зміни витрати повітря паралельно радіатору виконують обвідний повітряний канал, у якому встановлюють заслінку із приводом від електродвигуна.

Як ми вже відзначали, важливе місце в системі вентиляції кабіни (кузова) автомобіля й особливо трактора, через особливості умов роботи займає очищення вентиляційного повітря від пилу.

Найпоширенішим способом є очищення вентиляційного повітря за допомогою фільтрів з картону, синтетичних волокнистих матеріалів, модифікованого пінополіуретану та ін. Однак для ефективного використання таких фільтрів, що відрізняються невеликою пиломісткістю, з меншим числом технічних обслуговувань, необхідно знижувати концентрацію пилу на вході у фільтр. Для попереднього очищення повітря на вході у фільтр установлюють пиловіддільники інерційного типу з безперервним видаленням уловленого пилу.

Основні принципи обезпилювання вентиляційного повітря засновані на використанні одного або декількох механізмів осадження часток пилу з повітря: інерційний ефект відділення й ефекти зачеплення та 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 впливати разом з повітрям по лінії потоку, що обгинає перешкоду.

Інерційне осадження проявляється тоді, коли перешкодами є елементи заповнення фільтрів з волокнистих матеріалів, торці плоских аркушів інерційних жалюзійних ґрат і т.п.

При русі запиленого повітря через пористу перегородку частки, зважені в повітрі, затримуються на ній, а повітря повністю проходить через неї. Дослідження процесу фільтрації спрямовані на встановлення залежності ефективності пиловловлення і аеродинамічного опору від структурних характеристик пористих перегородок, властивостей пилу і режиму плинності повітря.

Із усього різноманіття фільтруючих матеріалів, застосовуваних у фільтрах системи обезпилювання вентиляційного повітря кабіни, можна виділити три групи: ткани із природних, синтетичних і мінераль-

них волокон; неткані - повсть, папір, картон та ін.; коміркові - пінополіуретан, губчата гума та ін.

Істотним недоліком фільтрів з будь-якого фільтруючого матеріалу є необхідність їхньої заміни або технічного обслуговування з метою регенерації (відновлення) фільтруючого матеріалу. Часткова регенерація фільтра може бути проведена безпосередньо в системі вентиляції зворотною продувкою фільтруючого матеріалу очищеним повітрям з кабіни автомобіля або струминною локальною продувкою повітрям від компресора з попереднім очищенням стисненого повітря від пар води й масла.

Конструкція фільтрів із тканих або нетканих фільтруючих матеріалів для систем вентиляції кабін повинна мати максимальну поверхню фільтрації при мінімальних розмірах і аеродинамічному опорі. Установка фільтра в кабіні і його заміни повинні бути зручними й забезпечувати надійну герметичність по периметрі фільтра.

Питання для самоперевірки

1. Що таке втома і які ознаки стомлення водія?
2. Назвіть основні фази зміни працездатності водія.
3. Як впливає мікроклімат на робочому місці водія на безпеку руху автомобіля?
4. Які нормативні акти визначають систему вентиляції автомобільного салону?
5. Вимоги ергономіки до систем опалення і вентиляції салону автомобіля.
6. Як впливають шум і вібрація на комфортабельність руху?
7. Перелічіть конструктивні заходи придушення шуму і вібрації в транспортних засобах.
8. Які температурні режими в салоні автомобіля відповідають умовам комфорту?
9. На чому засновані основні принципи обезпилювання вентиляційного повітря?
10. Назвіть основні типи фільтруючих матеріалів.
11. В чому полягає відмінність систем опалення і вентиляції тракторів від автомобільних систем?

ЛЕКЦІЯ № 10. ІНТЕР'ЄР КУЗОВА І КАБІНИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

План лекції. Компонування внутрішнього простору кабін і кузова. Компонування салону автобуса. Компонування кабін трактора. Сидіння: основні типи застосовуваних сидінь; вимоги, що пред'являються до конструкції сидінь.

Література: [1], с.172-189; [15], с.118-131; [21], с.205-215; [23], с.138-143.

При розробці інтер'єра пасажирського салону або кабін автомобіля, або трактора, необхідно визначити геометричні параметри простору, у якому перебувають люди, розташувати в ньому досить зручні сидіння й виконати обробку внутрішніх поверхонь.

Конструктор, що займається конструюванням внутрішнього простору автомобіля або кабін трактора, вирішує складне і суперечливе завдання. З одного боку, він повинен прагнути до зменшення цього простору, тому що тоді буде потрібно менше матеріалів для виготовлення машини, розроблювальний об'єкт буде значно легший та дешевший.

З іншого боку, людина в кабіні або кузові повинна бути забезпечена достатнім рівнем комфорту, насамперед, зручним положенням для керування даною машиною або для користування нею як пасажир. Внутрішні простори легкового автомобіля, автобуса і трактора істотно розрізняються, тому їхнє конструювання треба розглядати окремо.

Конструювання салону легкового автомобіля. На рис. 10.1 схематично показана бічна проекція салону. Положення водія визначається координатами точки $H_1(R_1)$ щодо елементів кузова (a і f на рис. 10.1).

На компоновочному кресленні намагаються розмістити двомірний манекен пасажир 95-го рівня репрезентативності таким чином, щоб його коліна не впиралися в спинку переднього сидіння, а висота сидіння була достатньою для зручної посадки й не приводила б до зайвого зменшення відстані від точки $H_2(R_2)$ до даху.

Для автомобіля середнього класу можна прийняти наступні розміри (рис. 10.1): $b=650$ мм; $c=345$ мм; $e=850$ мм. Розмір g при цьому буде близький до 800 мм. Зрозуміло, тут зазначені орієнтовні розміри,

конкретні їхні значення одержують при реальному компонованні і вони залежать від передбачуваного силуету кузова, висоти водійського сидіння та інших факторів, а насамперед - від класу автомобіля.

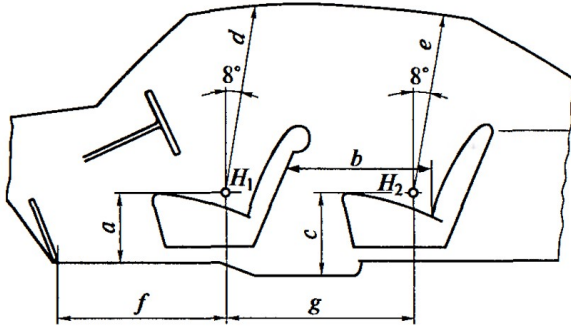


Рисунок 10.1 - Схема салону легкового автомобіля

Координати крапок H_1 і H_2 визначаються з урахуванням деформації подушки сидіння та спинки від впливу ваги сидячої людини. Для компоновання невеликого автомобіля пасажирське сидіння буде розміщено ближче до спинки водійського, і, можливо, буде використаний манекен 50-го рівня репрезентативності.

Як орієнтовні вкажемо також розміри, що відносяться до переднього сидіння: $a = 260$ мм; $f = 800$ мм; $d = 875$ мм. Глибина сидіння звичайно становить 480...520 мм, дійсна висота спинки, що перебуває в контакт з спиною пасажирів - 540...600 мм (для водійського сидіння глибина становить 450...500 мм, а дійсна висота спинки - 500...560 мм).

Всі розміри, що відносяться до наведеної компоновочної схеми, варто вважати мінімально припустимими. Проведені відповідно до рис. 10.1 побудови дозволяють в основному визначити бічну проекцію пасажирського салону. Ширина салону, а разом з тим і всього автомобіля, істотно залежить від ширини сидінь.

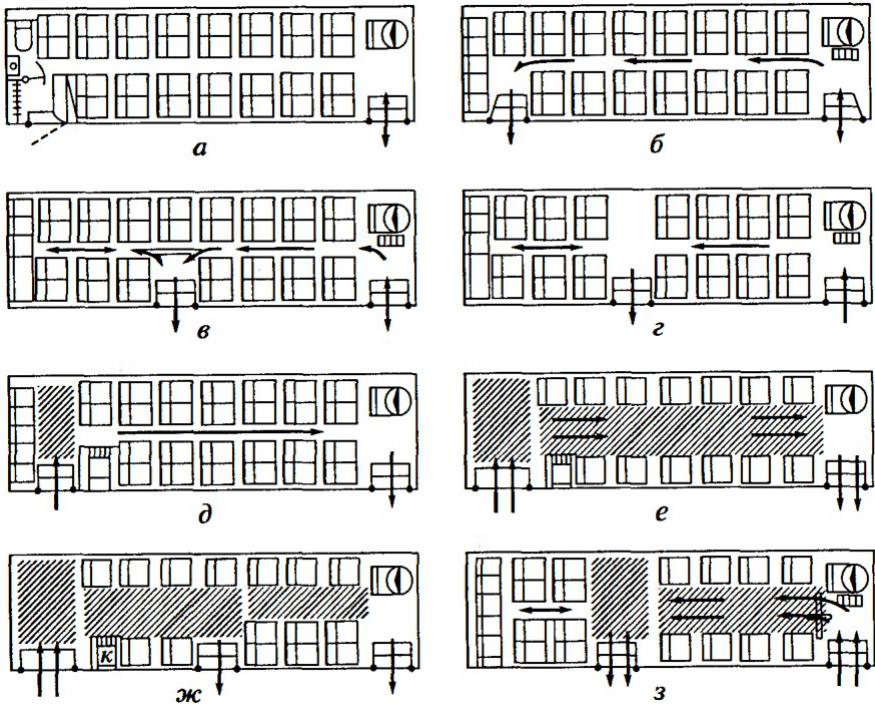
Компоновання салону автобуса. Автобуси, відповідно до діючих стандартів, можуть бути великої й малої місткості. Автобуси великої місткості, тобто транспортні засоби для перевезення людей місткістю більше 22 стоячих або сидячих пасажирів, мають габаритну ширину більше 2,3 м і діляться на три класи:

I - міські автобуси;

II - міжміські автобуси;

III - туристські автобуси.

Проміжне положення між міськими і міжміськими займають приміські автобуси, вони не виділені в самостійний клас і мають риси тих і інших. Транспортні засоби загального користування, призначені для перевезення менш 22 пасажирів, крім водія, часто називають автобусами малої місткості. Деякі з можливих планувальних схем автобусів показані на рис. 10.2.



а - туристського; б, в - міжміських; г, д - приміських; е, ж, з - міських;
(стрілками показаний рух пасажирів при посадці-висадженні; заштрихована
зона розміщення стоячих пасажирів)

Рисунок 10.2 - Планування салонів автобусів

У міських автобусах передбачаються місця для стоячих пасажирів і забезпечується їхнє безперешкодне переміщення. Міжміські ав-

тобуси використовуються, в основному, для перевезення сидячих пасажирів, але допускається і перевезення пасажирів, що стоять у проході і (або) у спеціальному місці. Туристські автобуси використовуються винятково для перевезення сидячих пасажирів, у цих автобусах комфортабельні сидіння, є туалет, бар або буфет.

Вважається, що пасажир міського автобуса має середню масу 68 кг, а туристського і міжміського – 71 кг (у тому числі 3 кг ручної поклажі), пасажир міського автобуса, який стоїть, займає площу $0,125 \text{ м}^2$, а міжміського - $0,15 \text{ м}^2$.

Автобуси повинні мати певне число дверей. Розрізняють службові двері (вони використовуються пасажиром при нормальній експлуатації) і запасні двері (вони використовуються у виняткових обставинах, при небезпеці). Крім того, передбачаються аварійні виходи (вікна, люки).

У стандарті регламентовані геометричні параметри і число виходів, проходів і сходів. Мінімальне число службових дверей залежить від числа пасажирських місць і класу автобуса. В автобусі повинне бути не менше двох дверей. Ширина одинарних службових дверей - не менш 65 см, здвоєної - не менш 120 см.

Для перевірки ширини проходів в автобусах використовується спеціальний контрольний пристрій, що складається із двох співвісних циліндрів і конуса між ними. Він повинен вільно переміщатися в проході (рис. 10.3).

Пасажирські сидіння в автобусі можуть бути індивідуальними або безпосередньо примикати одне до іншого по ширині. Розміри ширини пасажирських сидінь автобусів показані на рис. 10.4.

Для всіх класів автобусів мінімальний розмір G при здвоєному сидінні дорівнює 225 мм, при індивідуальному сидінні - 250 мм. Розмір F , що характеризує ширину подушки сидіння, для автобусів I і II класів дорівнює 200 мм, для III класу - 225 мм.

Важливе значення мають поздовжні розміри, що визначають розміри власне сидіння і крок їхнього розташування уздовж салону. Від цих параметрів залежать розміри салону або, при незмінній його довжині, пасажировмісність автобуса. Відстань між сидіннями H і висота подушки сидіння I показані на рис. 10.5.

Звичайно намагаються розташувати сидіння таким чином, щоб пасажир розміщався лицем по напрямку руху. Підлогу міського автобуса прагнуть зробити можливо нижче, колісні кожухи задніх коліс

виступають над підлогою і заважають помістити сидіння. У районі розташування колісних кожухів і в самій передній частині салону для розміщення додаткових сидінь деякі з них установлюють особою на-зад.

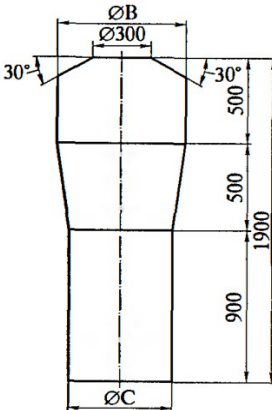


Рисунок 10.3 - Контрольний пристрій для перевірки проходів у салоні автобуса

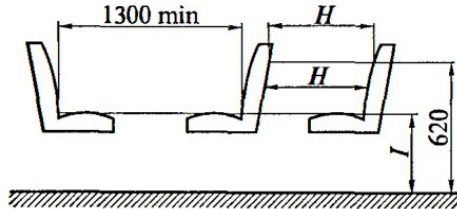
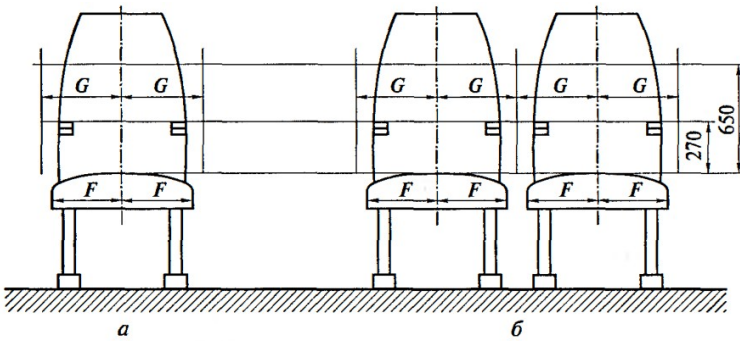


Рисунок 10.5 - Відстань між сидіннями Н і висота подушки І сидіння



а - індивідуальне сидіння; б - здвоєне сидіння

Рисунок 10.4 – Розміри ширини пасажирських сидінь автобусів

Сидіння.

Автомобільне й тракторне сидіння відрізняються від сидінь, призначених для використання в будинках і громадських місцях (крісел, диванів, стільців і т.п.), насамперед тим, що вони перебувають в

об'єкті що рухається, і також піддається динамічним впливам. Це визначає вимоги, яким повинні задовольняти автомобільні й тракторні сидіння (насамперед, сидіння водія).

Ці сидіння повинні забезпечувати:

- зручну позу водія і пасажирів;
- сприятливий розподіл тисків на ділянки тіла;
- захист людини від вібрацій і інших динамічних впливів;
- передачу тілу людини (водія) необхідних динамічних впливів, щоб він міг "почувати" автомобіль або трактор;
- фіксацію тіла в певнім положенні, незважаючи на динамічні впливи, насамперед, горизонтальні;
- можливість зміни пози.

Матеріал оббивки сидіння повинен бути паропроникливим, але в той же час забезпечувати необхідну термоізоляцію, оббивка сидіння повинна протистояти забрудненням, легко очищатися, бути зносостійкою і не зношувати одяг.

Питання для самоперевірки

1. З чого починається процес компоновання внутрішнього простору автомобіля?
2. Як впливають форма і розміри автомобільних сидінь на комфорт і безпеку руху?
3. Які вимоги ергономіки висувають до конструкції сидінь транспортних засобів?
4. Які функції виконує сидіння в транспортному засобі?
5. Які основні вимоги при розміщенні манекена в салоні легкового автомобіля при компонованні?
6. Які фактори визначають конструкцію і габаритні розміри сидінь?
7. Назвіть найбільш поширені схеми планування салонів автобусів.

ЛЕКЦІЯ № 11. КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

План лекції. Фактори і причини виникнення дорожньо-транспортних пригод. Активна і пасивна безпека. Навантаження при зіткненні. Ремені безпеки. Градації жорсткості кузова. Елементи інтер'єру кузова з точки зору пасивної безпеки. Безпека при нещасному випадку. Захисні схеми.

Література: [1], с. 190-219; [2], с. 103-112.

Постійний ріст автомобільного парку призводить до збільшення щільності й інтенсивності потоків транспортних засобів. Підвищення динамічних властивостей автомобілів, збільшення в потоці кількості легкових автомобілів, керованих їхніми власниками, що не мають достатніх навичок керування, сприяють значному збільшенню аварійних ситуацій, що приводять до дорожньо-транспортних випадків.

Щорічно в результаті ДТП у світі більше 10 млн. люд. гинуть і одержують поранення. Аварійність на автомобільному транспорті - одна з найгостріших соціально-економічних проблем, що стоїть перед більшістю країн з великою кількістю автомобільного транспорту.

Дорожньо-транспортні випадки наносять суспільству великий соціально-економічний збиток. Глобальні економічні втрати становлять за даними Всесвітнього Банку близько 500 млрд. дол. на рік.

Відповідно до Правил обліку ДТП до них відносяться події, що виникли в процесі руху на дорозі транспортного засобу та з його участю, при якому загинули або були поранені люди, ушкоджені транспортні засоби, вантаж або спорудження.

Активна і пасивна безпека.

Активна безпека – це властивість транспортного засобу, яка знижує ймовірність виникнення ДТП. Аналіз властивостей активної безпеки дозволяє з певним ступенем умовності об'єднати їх у наступні основні групи:

- властивості, у значній мірі залежні від дій водія по керуванню транспортним засобом (тяглово-швидкісна, гальмові, стабільність, керованість, інформативність);
- властивості, що не залежать або залежать у незначному ступені від дій водія по керуванню транспортним засобом (на-

дійність елементів конструкції, масові й габаритні параметри);

- властивості, що визначають можливість ефективної діяльності водія по керуванню транспортним засобом (робоче місце водія та його населеність).

Пасивна безпека – це властивість транспортного засобу, яка знижує вагу наслідків ДТП. Пасивна безпека проявляється в період, коли водій, незважаючи на вжиті заходи безпеки, не може змінити характер руху автомобіля й запобігти ДТП.

Процес удару у випадку зіткнення автомобілів (тракторів) або між собою, або з нерухомою перешкодою розділяють на три фази. Протягом першої фази тіла що стикаються, зближуючись, деформуються, їхня кінетична енергія частково переходить у потенційну й частково витрачається на руйнування, переміщення й нагрівання деталей.

У другій фазі накопичена потенційна енергія знову перетворюється в кінетичну, і тіла починають розходитися. Протягом третього періоду тіла не контактують, їхня енергія витрачається на подолання зовнішнього опору.

У процесі найбільш важких ДТП (зіткнення, наїзд на нерухомі перешкоди, перекидання), спочатку деформується кузов легкового автомобіля, рама вантажного автомобіля, трактора - відбувається **первинний удар**. Кінетична енергія при цьому витрачається на поломку й деформацію деталей.

Людина усередині кузова (кабіни) продовжує рух по інерції з наданою швидкістю. Сили, що втримують його тіло (м'язові зусилля кінцівок, сили тертя об поверхню сидіння), невеликі в порівнянні з інерційними навантаженнями й не можуть перешкодити переміщенню.

Коли людина контактує з деталями автомобіля (кермовим колесом, панеллю приладів, вітровим склом і т.п.), відбувається **вторинний удар**. Параметри вторинного удару залежать від швидкості й уповільнення автомобіля, переміщення тіла людини, форми й механічних властивостей деталей, об які він ударяється.

При високих швидкостях автомобіля можливий також **третинний удар**, тобто удар внутрішніх органів людини. Виникаючі при цьому перевантаження можуть призвести до серйозних ушкоджень внутрішніх органів і руйнуванню кровоносних судин і нервових воло-

кон. Більшу частину травм водії й пасажирів одержують під час вторинного удару.

При зустрічних зіткненнях автомобілів і наїзді автомобіля на нерухому перешкоду, вповільнення особливо велике в зоні переднього бампера й досягає значень (300...400)g, зменшуючись у напрямку до задньої частини автомобіля (рис. 11.1). Середнє значення вповільнення в центрі мас автомобіля може досягати (40...60)g. Миттєві значення вповільнення центра мас більше середніх і становлять (80... 100)g. Ще більше вповільнення тіла людини в процесі вторинного удару.

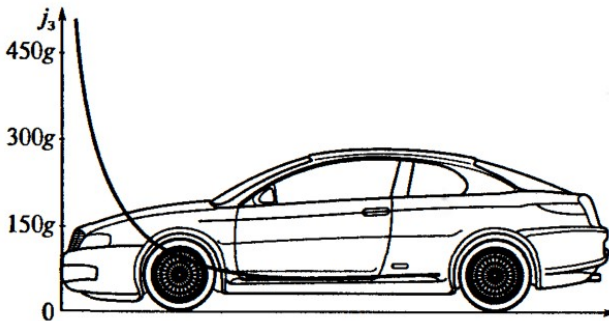


Рисунок 11.1 - Зміна вповільнення j_z по довжині автомобіля при наїзді його на нерухому перешкоду

Для життєзабезпечення водія й пасажирів у салоні кузова легкового автомобіля необхідно створити умови, при яких людина могла б безпечно витримати швидку зміну кінетичної енергії. Це досягається деформацією кузова автомобіля при зіткненні, при якій створюється захисна зона навколо водія й пасажирів (рис. 11.2).

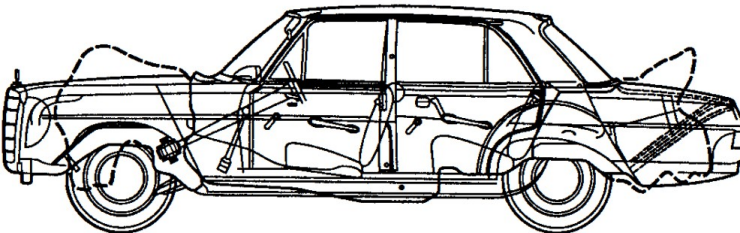


Рисунок 11.2 - Оптимальний характер деформації передньої й задньої частин автомобіля відповідно при наїзді на перешкоду й при ударі позаду

Забезпечення життєвого простору. Життєвим (залишковим) простором називають захисну зону навколо людини, що сидить в автомобілі (тракторі), усередину якої не повинні проникати деталі при аваріях.

Створення життєвого (залишкового) простору необхідних розмірів забезпечується ударно-міцностними властивостями кузовів легкових автомобілів, кабін вантажних автомобілів і тракторів, та усуненням можливості травмування людей елементами внутрішнього інтер'єра.

На рис. 11.3 показаний життєвий простір, рекомендований для легкових автомобілів. Крім того, при лобовому зіткненні автомобіля (трактора) з перешкодою відбувається переміщення водія та пасажирів до переднього щитка й вітрового скла, що може привести до травмування людини (рис. 11.4).

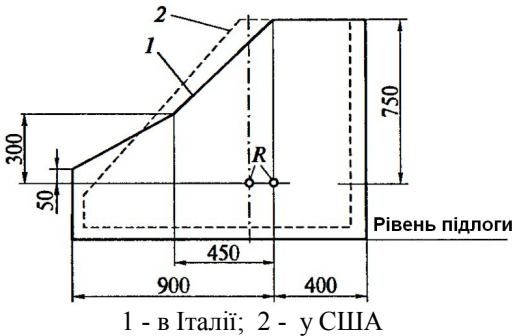


Рисунок 11.3 - Життєвий простір рекомендований для легкових автомобілів

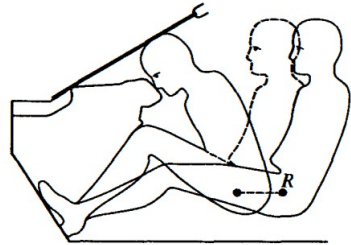
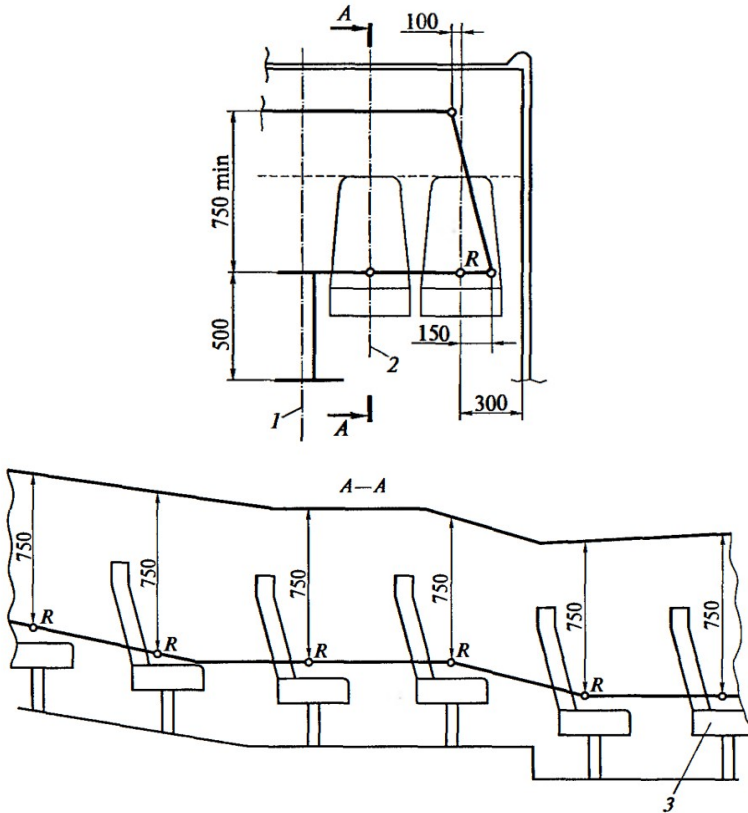


Рисунок 11.4 - Відносне положення голови й колін пасажирів при ударі

Тому деталі, що обмежують життєвий простір, не повинні мати гострих граней і кутів, виступаючі частини (кнопки, вимикачі, ручки) повинні бути втоплені та покриті м'якою оббивкою. Важелі, перемикачі, звичайні й витяжні кнопки, розташовані на панелі приладів у зоні можливого удару об них водія й пасажирів та виступаючі над поверхнею панелі на 3...9,5 мм, повинні мати мінімальний поперечний переріз площею 200 мм^2 і закруглені края з радіусом закруглення не менш 2,5 мм.

Життєвий простір у кабіні вантажного автомобіля визначається за результатами імітаційних випробувань на перекидання й фронталь-

не зіткнення. В автобусі після бічного перекидання відповідно до ГОСТ Р 41.69-99 (Правила ЄЕК ООН № 66) повинен залишитися життєвий простір, показаний на рис. 11.5.



- 1 - центральна лінія транспортного засобу; 2 - центральна лінія сидінь;
3 - переднє пасажирське сидіння транспортного засобу

Рисунок 11.5 - Життєвий простір в автобусі

Захисні системи.

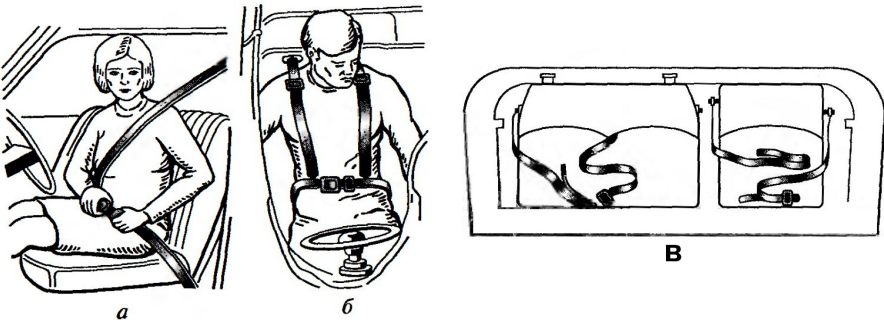
Підголівники. Дія на людину інерційних сил у передньому й задньому напрямках, при ударі автомобіля позаду, в більшості випадків не викликає ушкоджень, тому що подушки сидінь і спинки є гарними амортизаторами. Однак різкий удар позаду викликає різкий рух

голови назад, у результаті чого можуть бути ушкоджені зв'язковий апарат в області шиї й шийні хребці.

При одній і тій же силі удару можуть виникнути більш важкі ушкодження шийних хребців, якщо край спинки буде надмірно високий, тобто буде перебувати на рівні плечей або шиї. З метою запобігання важких наслідків застосовують підголівники. У цей час установка підголівників на легкових автомобілях обов'язкова.

Ремені безпеки. Незважаючи на наявність безлічі систем, що захищають водія й пасажирів у процесі ДТП, найбільше поширення як захисна система одержали ремені безпеки й надувні подушки. Інші системи, такі як запобіжні сітки, м'які накладки інтер'єра або надувні ремені - ще недостатньо розроблені.

На рис. 11.6 показані різні конструкції ременів безпеки (діагонально-поясного із триточковим кріпленням - триточковий, подвійний плечовий та поясний). Триточковий ремінь застосовується переважно в легкових автомобілях, поясний - у вантажних, подвійний плечовий - у гоночних автомобілях.



а - діагонально-поясний із триточковим кріпленням (триточковий);
б - подвійний плечовий; в - поясний

Рисунок 11.6 - Ремені безпеки

Процес переміщення людини, закріпленого триточковим ременем безпеки, у результаті лобового (фронтального) зіткнення легкового автомобіля показаний на рис. 11.7. Досвід використання ременів безпеки показав, що зниження числа смертельних випадків у ДТП при їхньому використанні становить при фронтальному зіткненні автомобілів з перешкодою у початковій швидкості 64 км/год - 73%; при біч-

ному ударі - 30 %, а при перекиданні - 50 %.

Оптимальне положення триточкового ременя безпеки показане на рис. 11.8. Лямка ременя безпеки повинна бути виготовлена із цілого відрізка стрічки. Вільні кінці стрічки повинні бути підрубані, оплавлені або закріплені іншим способом так, щоб виключалося їх розплетення. Лямка повинна бути еластичною й забезпечувати можливо більш рівномірний розподіл навантаження на тіло, не повинна скручуватися у вільному й напруженому станах.

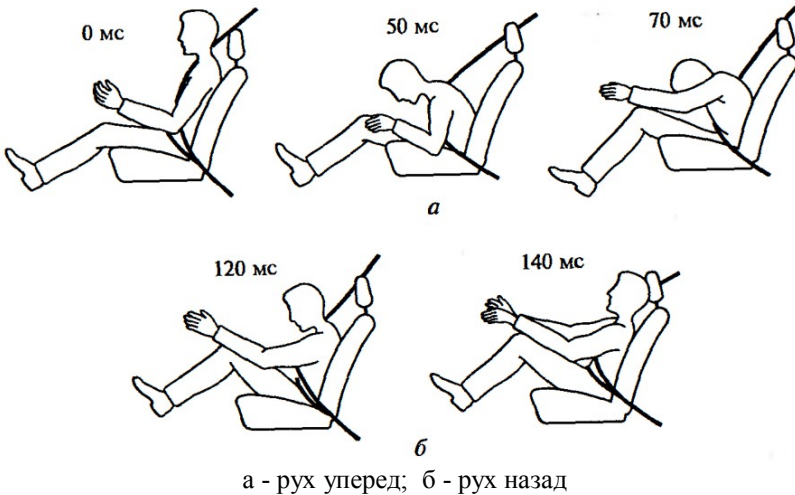


Рисунок 11.7 - Фази переміщення манекена, закріпленого триточковим ременем безпеки, при лобовому зіткненні

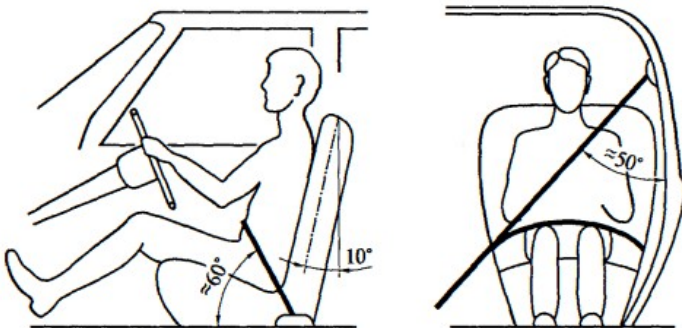


Рисунок 11.8 - Оптимальне положення триточкового ременя безпеки

Ширина стрічки повинна бути 55 мм, товщина - 1,5...1,8 мм. При випробуванні на міцність ширина стрічки, обмірювана без зупинки іспитової машини під навантаженням 9800 Н, повинна бути не менш 51 мм.

Удосконалювання конструкцій ременів безпеки можливо здійснювати в наступних основних напрямках:

- застосування систем, що виключають запуск двигуна, якщо ремінь не застібнутий;
- використання систем, що не вимагають зачіпати ремінь при посадці в автомобіль і відстібати його при виході з автомобіля;
- використання інерційних катушок, що дозволяють вільно розмотуватися ремінь при плавних переміщеннях людини й блокувати його при прискореннях людини (0,4...0,5).

Подушки безпеки. Одним з ефективних способів обмеження переміщення водія й пасажирів при зіткненні є застосування пневматичних подушок.

Подушки безпеки не стискають людину й спрацьовують незалежно від її дій. Схема дії подушки безпеки показана на рис. 11.9. При зустрічних ударах подушки добре охороняють не тільки голову, але й верхню частину тіла. Застосування надувних подушок знижує число смертельних випадків при лобових (фронтальних) зіткнення автомобілів з перешкодою зі швидкістю 56 км/год на 57 %, зі швидкістю 48 км/год на 64%.

Захисна система, що використовує подушки безпеки, містить у собі датчики, приводний пристрій із джерелом енергії, генератор газу, розподільний пристрій і надувні мішки.

Датчики, що сигналізують про початок удару, вимірюють або деформацію деталей, або вповільнення автомобіля. Для надійності часто встановлюють два датчики: один на передній частині автомобіля, інший усередині кузова. Сигнал датчика через 0,005...0,01 с надходить у приводний пристрій, що зазвичай представляє собою детонатор, займистий електричною іскрою.

Генератором газу служать балони зі стислим до 200...250 МПа азотом або аргоном, а також піропатрони із запасом твердого палива. Детонатор, вибухаючи, руйнує металеву перегородку в балоні або підпалює піропатрон.

На це затрачається ще 0,05...0,015 с, після чого газ із великою

швидкістю спрямовується в надувні мішки. Іноді застосовують один балон зі стисненим газом у сполученні з одним або двома піропатронами.

Надувні мішки виготовляють із тонкої (товщиною 0,3...0,4 мм) гуми або нейлону, та у складеному вигляді розміщують у маточині кермового колеса, щитку приладів і спинках передніх сидінь. Надуваючись, мішки через 0,015...0,020 с заповнюють простір перед водієм і пасажиром, охороняючи їх від ударів.

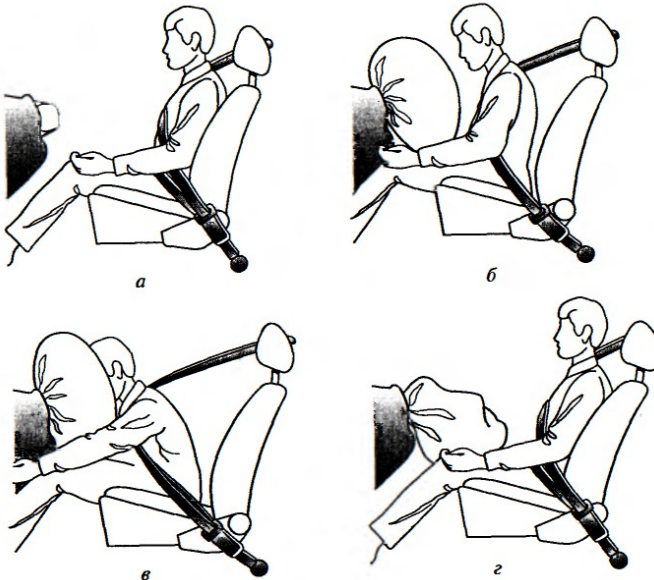


Рисунок 11.9 - Схема дії подушки безпеки

Щоб уникнути відкидання людей назад і зберегти видимість дороги, газ із надувних мішків, після удару по ним людини, виходить через спеціальні калібровані отвори протягом 0,4...0,5 с.

Захисні кабіни та системи захисту.

Для забезпечення безпеки водіїв тракторів (операторів) при перекиданні на трактори встановлюються захисні кабіни або пристрої захисту ROPS і FOPS. Ці захисні каркаси ROPS і FOPS захищають водія (оператора) відповідно при перекиданні трактора і від падаючих предметів.

ROPS забезпечує захист оператора при всіх можливих випадках перекидання при наступних умовах: рух зі швидкістю до 16 км/год по глинистій поверхні з максимальним ухилом 30°, перекидання на 360° щодо поздовжньої осі машини без втрати контакту з опорною поверхнею.

Розрізняють кабіни з двостійковими (арочного типу) і багатостійковими (чотирьох- і шестистійковими) каркасами. Умови експлуатації і характерні види аварійних ситуацій зумовили застосування для кабін сільськогосподарських тракторів чотирьох- і шестистійкових каркасів.

В окремих випадках на цих тракторах встановлюють двостійкові каркаси з посиленою передньою частиною даху і передньою стійкою кабіни. На промислових тракторах встановлюють двох- або шестистійковий каркас із захисною аркою ROPS, вбудованої в конструкцію кабіни або розташованої зовні неї.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть фактори і причини виникнення дорожньо-транспортних пригод.
2. Що таке активна безпека?
3. Розкажіть про навантаження, які виникають при зіткненні.
4. Розкажіть про конструкції ременів безпеки.
5. Як забезпечується безпека водія при перекиданні транспортного засобу?
6. Що таке пасивна безпека?
7. Назвіть основні захисні системи, використовувані в автомобілях.
8. Що таке життєвий простір і чим він забезпечується?
9. Назвіть основні напрямки удосконалювання конструкцій ременів безпеки.
10. Для чого застосовують подушки безпеки?
11. Розкажіть про системи захисту кабін тракторів.
12. Навіщо використовують підголівники на сидіннях?

ЛЕКЦІЯ № 12. СИСТЕМА "ЛЮДИНА-МАШИНА-НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ"

План лекції. Загальні відомості про систему "людина-машина" (СЛМ). Елементи системи "водій-автомобіль-дорога-середовище" (ВАДС) та їх взаємний вплив. Схема прийняття рішення водієм і можливі помилки. Фактори, що впливають на розвиток дорожньої ситуації. Професійна підготовка водія, його фізіологічний стан та їх зв'язок з безпекою руху. Вплив навколишнього середовища на елементи системи ВАДС.

Література: [1], с.154-171; [23], с.4-12, 156-167, 170-188.

Рух автомобіля або трактора по дорозі або якій-небудь іншій місцевості можна розглядати як функціонування системи "людина-машина-навколишнє середовище". Функціонування цієї системи розглянемо на прикладі руху автомобіля по дорозі, яка представляється системою "водій-автомобіль-дорога-середовище", яку звичайно позначають аббревіатурою ВАДС.

Усе компоненти системи ВАДС при їхньому спільному функціонуванні мають нову властивість, яка відсутня у кожного компонента що входить в цю систему.

Кожний з компонентів системи ВАДС може розглядатися як система більш низького рівня. Таким чином, система має ієрархію (від грец. *hieros* - священний і *arche* - влада), тобто розташуванням частин цілого в порядку від вищого до нижчого.

У свою чергу, система ВАДС входить у систему або системи більш високого рівня: транспортні системи регіону, країни, світу, які включають також інші засоби транспорту (залізничного, водного, авіаційного).

Основною характеристикою системи ВАДС є її надійність. Взагалі надійність об'єкта – це здатність виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам користування, технологічного обслуговування, ремонту.

Надійність - складна властивість, яка складається з більш простих (безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності, збереженості). Сенсове значення кожного зі згаданих термінів обговорено відпо-

відними нормативними документами.

Залежно від виду об'єкта надійність його може визначатися всіма або частиною перерахованих властивостей. Для об'єкта ВАДС надійність залежить насамперед від безвідмовності. **Безвідмовність** - властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу.

Найменш надійним елементом системи ВАДС є людина. За деякими даними, через помилки людини - водія й пішохода - відбувається більше 80 % ДТП.

Елементи системи ВАДС та їхні особливості.

Водій. Між людиною-пішоходом і людиною-водієм як основними учасниками дорожнього руху є істотне розходження: пішохід при ходьбі виконує природні рухи й переміщується із природною для нього швидкістю, водій же робить свосередні робочі рухи з відносно невеликим навантаженням, а швидкість його переміщення в десятки разів більше природної. Водій у транспортному потоці змушений діяти в нав'язаному йому темпі, наслідки його рішень у більшості випадків необоротні, а помилки мають важкі наслідки.

Здатність до оцінки й прогнозування розвитку дорожньої ситуації визначається багатьма характеристиками людини-водія. Здатності конкретної людини до керування автомобілем, тобто до його діяльності як водія-професіонала або аматора - різні.

Кожна людина при одержанні документа на право керування автомобілем проходить медичну комісію, яка оцінює його з погляду гостроти зору та слуху, можливостей опорно-рухового апарата і т.п. Надійність кожного людини-водія як елемента системи ВАДС неоднакова, у більшості випадків, на щастя, йому не доводиться оцінювати її безпосередньо.

Загальновідомо, що певний відсоток людей позбавлений музичного слуху, і, навпроти, деякі люди мають видатні музичні здібності. У такий же спосіб деякі люди здатні до досягнення високих результатів у якому-небудь виді спорту, наприклад, у футболі, але слабкі, як партнери при грі в шахи. Подібно цьому, кожна людина з маси людей, придатних до керування автомобілем з погляду медичної комісії, має більші або менші природні здатності до цього заняття.

Професійна підготовка водія може бути досить різною. Звичайно школа або курси по підготовці водіїв категорії "В" формують у

того, якого навчають, певні навички, але рівень їх невисокий. Від людини, що успішно закінчила такі курси, даремно вимагати, наприклад, удалого маневрування заднім ходом із двохосьовим причепом. Підвищення водійської майстерності може бути досягнуто навчанням на спеціальних курсах і тренуваннями.

Людина може навчитися водінню автомобіля в екстремальних умовах (ожеледь, важке бездоріжжя) і спеціальним прийомам керування (проходження поворотів на високій швидкості із пробуксовкою й заметом чотирьох коліс, подолання окремих перешкод у стрибку, перемикання передач без скидання подачі палива, розвороти з використанням стояночного гальма і т.п.). Така підготовка проводиться тільки на спеціальних курсах або в спортивних секціях.

Досвід, що приходить із часом при регулярному керуванні автомобілем, є дуже істотним, а іноді вирішальним фактором, що характеризує надійність водія як елемента системи ВАДС. Чим досвідченіший та спостережливіший водій, тим більш повною виявляється створювана ним динамічна модель шляхово-транспортної ситуації і прогнозування її розвитку.

Досвідчений водій більш застрахований від несподіванок і може більшою мірою впливати на ситуацію. Крім того, він рідше попадає в небезпечні умови, передбачаючи можливість їхнього виникнення.

При різкій зміні дорожньої обстановки в досвідченого водія не розвивається емоційний стрес, він зберігає здатність оцінювати, думати, вирішувати й діяти, опираючись на збережені в пам'яті аналогічні ситуації. Так наприклад, результати обстеження великої кількості водіїв таксі показали, що стійкі навички безпечного водіння формуються в них у середньому через 6-7 років роботи.

Вік водія як фактор, що впливає на надійність функціонування системи ВАДС, оцінюється по ймовірності потрапляння водіїв у ДТП. Існують поняття "молодший небезпечний вік" і "старший небезпечний вік". Для молодих водіїв характерні дві тенденції: одна - недосвідченість, азарт, емоційна збудливість, інша - здатність швидко приймати рішення і реалізовувати їх. Перша тенденція негативна, друга - позитивна.

Зі збільшенням віку надійність водія зростає, але відбувається це в чоловіків і жінок по-різному: нижня границя умовно-безпечного віку в чоловіків настає приблизно до 26-34 років, а в жінок - до 23-27 років. Зі збільшенням віку, водії-жінки, раніше водіїв-чоловіків,

виходять із умовно-безпечного віку. Старший небезпечний вік при однаковому коефіцієнті небезпеки настає в жінок в 63 роки, у чоловіків - в 69. При досягненні цих вікових границь накопичений досвід не компенсує уповільнення реакцій.

Фізіологічний стан водія визначається різними факторами: стомленням, хворобами, прийнятими ліками, нетверезим станом та ін.

При стомленні знижується слухова, зорова й тактильна чутливість, збільшується тривалість схованого періоду рухових реакцій (латентний період), розсіюється увага. У цьому проявляється своєрідне природне прагнення організму до самозахисту від зовнішніх подразників, до відновлення життєвих функцій з відпочинком.

Різні хворобливі стани людини впливають на його здатність управляти автомобілем подвійно: безпосередньо через погіршення самопочуття й відповідну зміну реакцій, а також через вплив прийнятих лікарських препаратів. Погіршення самопочуття знайомо практично кожному і тому не коментується. Багато лікарських препаратів, прийняті водієм для лікування або зниження хворобливих симптомів, впливають, насамперед на час реакцій. В анотації до кожного із препаратів обов'язково вказується можливість його використання в умовах, у яких працює водій.

Автомобіль. Як елемент системи ВАДС, її підсистема, автомобіль може розглядатися з різних точок зору: як об'єкт конструкторської розробки, як об'єкт експлуатації з оцінкою його відмов, як об'єкт технічного обслуговування й ремонтів, як елемент системи економічних відносин, що виникають при експлуатації та ін. Коротко зупинимося лише на деяких властивостях автомобіля, що впливають на його активну безпеку, тобто на ймовірність появи ДТП із його участю.

Потужність двигуна автомобіля визначає його динамічні властивості, зокрема інтенсивність розгону. Зі збільшенням потужності двигуна скорочується час розгону автомобіля, що сприятливо впливає на активну безпеку.

Керованість автомобіля – це здатність автомобіля точно витримувати траєкторію задавану водієм.

Технічний стан автомобіля - з погляду його впливу на активну безпеку, розуміється справність агрегатів, вузлів і систем автомобіля.

Важно розуміти, що на надійність автомобіля як елемента системи ВАДС у сполученні з іншим елементом цієї системи - водієм -

впливає не тільки справність, наприклад, гальмової системи або рульового керування, але й нормальна робота системи регулювання температури повітря в салоні або кабіні, справність склоочисника, пристрою обдуву вітрового скла теплим повітрям і т.п.

Дорога. Автомобільну дорогу характеризують багато показників. Такі якості дороги, як рівність і зчипні властивості дорожнього покриття, ширина проїзної частини, наявність поворотів і ухилів і ін., безпосередньо впливають на безпеку руху.

Навколишнє середовище - впливає на всі інші елементи системи ВАДС, причому дорога — єдиний елемент системи, що постійно піддається всім впливам навколишнього середовища (добовим, погодинним, сезонним, кліматичним).

Питання для самоперевірки

1. Що таке система ВАДС?
2. Які елементи входять до системи ВАДС?
3. Що таке надійність?
4. Коротко охарактеризуйте водія як елемента системи ВАДС.
5. Що таке безвідмовність?
6. В чому полягає професійна підготовка водіїв?
7. Як впливає фізіологічний стан водія на безпеку руху?
8. Назвіть основні властивості автомобіля як елемента системи ВАДС.
9. Як навколишнє середовище впливає на інші елементи системи ВАДС?

ЛЕКЦІЯ № 13. АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАШИНИ. КОЛІР В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

План лекції. Аеродинамічні властивості колісної машини. Зв'язок дизайну і аеродинаміки колісної машини. Вплив аеродинаміки на споживчі властивості колісної машини. Колір - поняття кольору та загальні відомості. Характеристика і змішування кольору. Колірний і яркостний контрасти. Зір і колірне сприйняття. Вплив кольору на людину - психологічні та фізіологічні особливості. Основні принципи застосування в художньому конструюванні. Прилади для вимірювання кольору. Колірна гамма автомобілів.

Література: [1], с.132-141; [2], 91-102; [17], с.42-45; [20], с.36-54; [6], с.61-80; [21], с.354-360; [23], с.105-109.

Удосконалення аеродинамічних характеристик швидкісних автотранспортних засобів дозволяє помітно поліпшити їхні техніко-економічні показники. Зниження коефіцієнта аеродинамічного опору забезпечує підвищення паливної економічності і швидкісних властивостей автотранспортних засобів (АТЗ), а отже їхньої продуктивності.

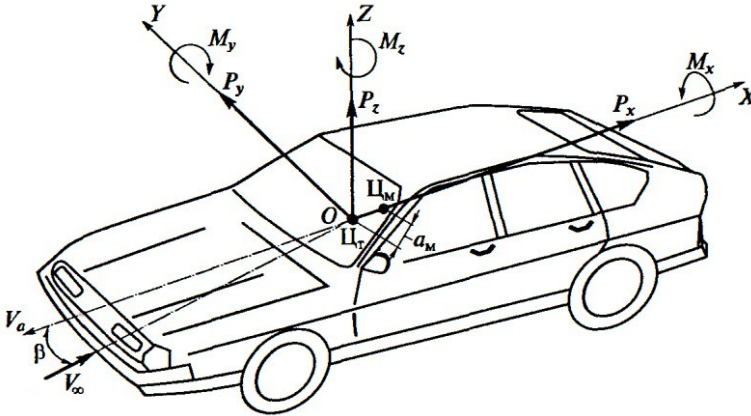
Зменшення коефіцієнта бічної і піднімальної сили, поліпшує показники керованості та стійкості АТЗ. Оптимізація характеру обтікання підднищевої зони і кормової частини, зменшує аеродинамічний опір АТЗ та рівень їх забруднюваності, а також поліпшує екологію навколишнього середовища.

Основною складовою аеродинамічного опору автомобіля є опір форми (рис. 13.1). Форма автомобільного кузова визначає величину і місце розташування зон підвищеного та зниженого тиску, а також джерел утворення вихорів при взаємодії кузова з потоком повітря.

На утворення та схід вихрів з поверхні кузова витрачається значна кількість енергії, яка компенсується двигуном автомобіля, що споживає на це додаткову кількість палива.

Тому при створенні великообтічних кузовів необхідно усунути зони підвищеного й зниженого тиску повітря, а також відривні плинні вихороутворення, забезпечивши, по можливості, безвідривне обтікання кузова повітрям при русі автомобіля у всьому діапазоні робочих швидкостей з урахуванням впливу бічних вітрів. Для цього при проек-

туванні кузова особливу увагу варто приділяти відпрацюванню форми його носової частини, оскільки вона поряд з кормовою визначає характер обтікання автомобіля повітрям. Обтічність носової частини кузова залежить від кутів нахилу облицювання радіатора, капота і вітрового скла.



Ц_т - центр мас автомобіля; Ц_м - метацентр; a_m - плече прикладення аеродинамічної сили; β - кут натікання повітряного потоку;
 P_x - сила лобового опору; P_y - бічна сила; P_z - піднімальна сила;
 M_x - момент крену; M_y - перекидаючий момент; M_z - повертаючий момент

Рисунок 13.1 - Схема аеродинамічних сил і моментів, що діють на автомобіль

Крім кутів нахилу облицювання радіатора, капота й вітрового скла на обтічність носової частини кузова впливає ступінь закруглення верхньої і бічних фронтальних крайок капота. Якщо ці фронтальні крайки гострі або закруглені малим радіусом, то при натіканні повітряного потоку за ними утворюються відривні плини, що збільшують аеродинамічний опір автомобіля. Закруглення фронтальних крайок капота усуває ці відривні плини й поліпшує обтічність носової частини кузова.

Поряд з носовою частиною на обтічність автомобіля впливає форма кормової частини кузова. Форма задньої панелі кузова й кут її нахилу в сукупності з формою даху впливають на характер обтікання повітряним потоком кормової частини автомобіля, структуру поля швидкостей і тисків у сліді за ним, визначаючи значною мірою вели-

чину аеродинамічного опору автомобіля.

Основними напрямками і прийомами вдосконалювання аеродинаміки легкових автомобілів є:

- збільшення кутів нахилу облицювання радіатора, кришки капота, вітрового скла й радіусів закруглення фронтальних крайок кузова, тобто оптимізація контурного фактора за рахунок зниження питомої ваги відривних плинів;
- додання передку автомобіля і його вітровому склу циліндричної форми в плані;
- видалення з поверхні кузова всіх виступаючих елементів конструкції або їх ретельне аеродинамічне відпрацювання, у тому числі виконання уприщерт з кузовом оскління, усунення водостоків і т.п.;
- створення кузовів каплеподібної форми з безвідривним обтіканням;
- розробка систем організованого і дозованого забору та викиду повітря для охолодження радіатора і двигуна, а також вентиляції і охолодження салону;
- застосування гладкого днища з організацією безвихорового протікання повітряних потоків у підднищевій зоні;
- установка кузова з негативним кутом тангажа в сполученні з оптимальним дорожнім просвітом, регульованим залежно від умов руху автомобіля;
- ретельна герметизація місць з'єднання й дотикання панелей капота, дверей і кришки багажника з кузовом;
- оптимізація форми переднього буфера з переходом його в нижню панель і облицювання радіатора в сукупності із застосуванням невеликого по висоті переднього спойлера;
- використання задніх спойлерів;
- установка спеціальних аеродинамічних ковпаків на колесах і часткове перекриття задніх коліс;
- розробка й застосування спеціальних конструктивних елементів і рішень по зниженню забруднюваності, а також рівня аеродинамічного шуму автомобілів.

Поряд зі зниженням коефіцієнта C_x необхідно зменшувати площу міделевого перетину F проектованого автомобіля, оскільки витрати потужності й витрати палива на подолання його аеродинамічного опору залежать від величини $C_x F$.

Можливості зниження аеродинамічного опору автобусів, з огляду на їх значні лобові площі, у порівнянні з легковими автомобілями істотно нижче.

Основними напрямками робіт зі зниження аеродинамічних втрат і поліпшенню обтічності міжміських автобусів є:

- відпрацьовування носової частини зі збільшенням радіусів закруглення фронтальних крайок кузова;
- усунення з лобової панелі зон забору повітря для охолодження двигуна, а також джерел додаткового опору;
- підвищення ступеня гладкості кузова із застосуванням устаткованого уприщерт з ним приклеєного скла;
- поліпшення протікання потоків у піднищевій зоні шляхом ретельного відпрацьовування днища в сполученні з оптимізацією дорожнього просвіту й установкою кузова з негативним тангажом.

Серед всіх конструктивних факторів, що впливають на аеродинамічний опір автобусів, визначальною є форма лобової частини кузова в сполученні з величиною радіусів закруглення його фронтальних крайок.

Серед перерахованих конструктивних заходів щодо вдосконалення аеродинаміки магістральних автопоїздів найбільш ефективним є поліпшення обтічності їхньої головної частини, що залежить від типу й форми кабіни.

У цей час спостерігається тенденція до використання на магістральних автопоїздах кабін збільшеної висоти, що мають істотно кращі показники обтічності, ніж серійні низькі.

Це пояснюється більш досконалою формою їхньої лобової панелі, у тому числі в плані, а також більшими радіусами закруглення фронтальних крайок. При цьому закруглення нижньої фронтальної крайки досягається установкою нижнього обтічника під переднім буфером.

Висока обтічна кабіна при правильно спроектованій лобовій панелі може мати безвідривне обтікання, а оскільки така кабіна має однакову з кузовом ширину й висоту, то при мінімізації зазору між ними створюються передумови для перетікання повітряного потоку з поверхні кабіни безпосередньо на дах і бічні стінки кузова.

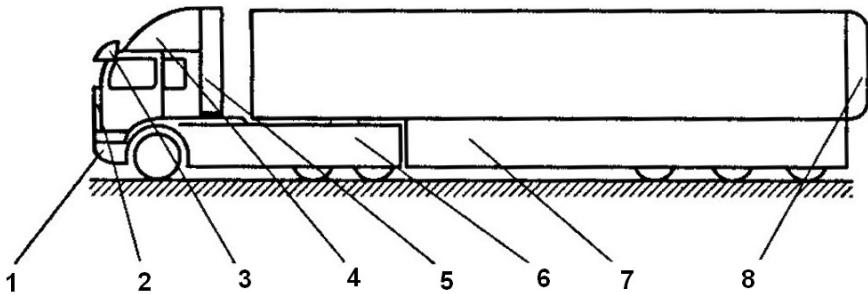
Висока кабіна забезпечує помітне зменшення аеродинамічного опору автопоїзда у всьому діапазоні зміни кута натікання потоку. При

цьому найбільше зниження коефіцієнта C_x аеродинамічного опору автопоїзда дає установка високої кабіни з еліптичною лобовою поверхнею й значними радіусами закруглення бічних фронтальних крайок.

Другим напрямком поліпшення обтічності магістральних автопоїздів є використання зовнішніх аеродинамічних пристроїв. Установка начіпних аеродинамічних елементів дозволяє без зміни основних формотворних елементів кабіни й кузова, та без великих капіталовкладень істотно поліпшити аеродинамічні характеристики магістральних автопоїздів.

Ефективність застосування зовнішніх аеродинамічних пристроїв визначається доцільністю їхньої установки на тому або іншому автопоїзді, а також правильністю вибору типу й місця розташування пристрою.

На рис. 13.2 показані зони установки начіпних аеродинамічних елементів на сидельному автопоїзді, а також зниження аеродинамічного опору ΔC_x при цьому.



- 1 - нижній лобовий обтічник $\Delta C_x=5\%$; 2 - фронтальні аеродинамічні закрilки (бокові крайки кабіни) $\Delta C_x=2\%$; 3 - фронтальні аеродинамічні закрilки (верхня крайка кабіни) $\Delta C_x=2\%$; 4 - верхній лобовий обтічник $\Delta C_x=16\%$; 5 - задні бічні закрilки на кабіні $\Delta C_x=4\%$; 6 - нижні бічні щитки тягача $\Delta C_x=2\%$; 7 - нижні бічні щитки причепа $\Delta C_x=3\%$; 8 - задній обтічник стінок причепа $\Delta C_x=7\%$

Рисунок 13.2 - Схема установки аеродинамічних пристроїв на сидельному автопоїзді, та досяжні величини зниження коефіцієнта аеродинамічного опору ΔC_x при цьому

Установка комплектів начіпних аеродинамічних елементів на сидельному й причіпному автопоїздах знижує значення їхнього коефі-

цієнта C_x аеродинамічного опору при нульовому куті натікання потоку на 41 %. Слід зазначити, що значне зниження коефіцієнта C_x при кососиметричному натіканні повітряного потоку забезпечується завдяки установці задніх бічних щитків на кабіні й кузові, та нижніх бічних щитках на тягачі і причепі.

Аеродинамічний опір є однією з основних складових потужностного та паливного балансів швидкісних автотранспортних засобів. При цьому частка витрат потужності і витрати палива на подолання аеродинамічного опору автомобіля залежить від його типу, ступеня обтічності, лобової площі, швидкості руху, параметрів атмосфери і повітряного потоку, що натікає.

Колір - поняття кольору та загальні відомості.

Все довкола людини, має який-небудь колір. У природі немає жодного безбарвного предмета. Людина живе в різноманітному кольоровому світі. Одні кольори дуже яскраві і чисті, інші - бліді і настільки невизначені, що їм важко підібрати назв.

Людина бачить тільки предмети, що мають певний колір. Для сприйняття кольору не потрібні усні пояснення і знання мови. Поняття кольору і його сприйняття надзвичайне складне.

Кольороведення охоплює питання, тісно зв'язані з фізикою, фізіологією, психологією, світлотехнікою, медициною, наукою, технікою і мистецтвом.

Колір - це властивість тіл викликати певні зорові відчуття у відповідності зі спектральним складом і інтенсивністю відбиваного або видимого випромінювання, що випускається. Установлено, що людським оком сприймаються світлові коливання з довжиною хвилі від 380 до 760 нм. Нанометр (нм) дорівнює мільярдної частки метра: $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$. Довжина хвилі позначається λ .

Світлові хвилі відрізняються друг від друга амплітудою коливання і довжиною. Таким чином, кожен спектральний колір можна характеризувати відповідною йому довжиною хвилі.

Кольори спектра чергуються в такій послідовності: червоний, жовтогарячий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий. Відчуття кольору відображає якість променистого потоку, що надходить в око, тобто, його спектральний склад.

Колір багатьох машин і приборів, пультів керування в їхньому

співвіднесенні з фоном, сполучення кольорів багатьох елементів керування - відповідно до вимог ергономіки повинен залежати від їхньої об'ємно-просторової структури, що обумовлює насичення форм тінню, що, у свою чергу, не може не впливати на вибір кольору для фарбування, а особливо тональності і світлоти.

Мабуть однією з головних умов застосування кольору в художнім конструюванні, є те що - **колір повинен бути зв'язаний з об'ємно-просторовою структурою об'єкта**. Колір тісно зв'язаний і з іншими засобами композиції - пропорціями, масштабом, нюансом.

За допомогою кольору можна акцентувати потрібні елементи форми або композиційно послабити них, підпорядкувати та у відомій мері об'єднати, коли необхідно, "зібрати" елементи структури, що не піддаються іншим прийомам супідрядності.

Колір іноді дозволяє скорегувати не занадто вдалі пропорції, коли немає можливості змінити самі об'єми. Особливо велика роль кольору для досягнення образності форми виробу. Удале колірне рішення дуже допомагає розкрити сутність речі, загострити або, навпроти, зробити більш нейтральним, коли потрібно, характер форми.

Адже зовсім ясно, що відчуття кольору, що виникає в нашій свідомості, носить суб'єктивний характер і відображає об'єктивну властивість променистої енергії, що надходить в око. Тому необхідно чітко розрізняти дві категорії понять про колір: фізичну і психологічну.

Фізична характеристика кольору визначає наступні поняття: яскравість, коефіцієнт яскравості, коефіцієнт відображення, чистоту кольору, довжину хвилі, що домінує та ін.

Колірний тон - основна відмітна властивість хроматичного кольору, завдяки якому одні кольори називають червоними, інші - жовтими і т.ін. Основний природний ряд колірних тонів являє собою спектр. Червоні, жовтогарячі, жовті кольори звичайно називають теплими, а блакитні і сині - холодними. Зелені і фіолетові займають проміжне положення між теплими і холодними.

Світлотою, або яскравістю, хроматичних кольорів називається та їх властивість, яку ми маємо на увазі, коли говоримо, що одні кольори світліші, яскравіші, а інші - темніші, тьмяніші. Оскільки світлота - властивість ахроматичних і хроматичних кольорів, її вважають основною і загальною властивістю всіх кольорів узагалі.

Насиченістю певним колірним тоном є ступінь відмінності цього кольору від ахроматичного, рівного йому по світлоті. Насиченість

(чистота кольору) визначається ступенем близькості до спектрального (самого насиченому) кольору; вона зменшується, якщо фарбу розбавити білилами, а водяні фарби - водою.

Насиченість визначають у відсотках, причому за 100 % приймають насиченість, що відповідає спектральному кольорові, а за нуль беруть білий або інший ахроматичний колір.

Питання для самоперевірки

1. Що є основною складовою аеродинамічного опору автомобіля?
2. В чому полягає зв'язок дизайну і аеродинаміки колісної машини?
3. Як впливає аеродинаміка на споживчі властивості колісної машини?
4. Назвіть основні напрямки робіт зі зниження аеродинамічних втрат міжміських автобусів.
5. Перелічіть основні зони установки начіпних аеродинамічних елементів на сидельному автопоїзді.
6. Що таке колірне тіло?
7. Що таке графік кольоровості в координатах?
8. Дайте визначення колірного тону, насиченості, які їхні умовні позначки?
9. Що таке адаптація в сприйнятті кольору і як вона впливає на колірне рішення виробу?
10. Що таке колірне коло, його колірна характеристика?
11. Які бувають колірні кола?
12. Які встановлені закони змішання кольорів?
13. Що таке функціональне фарбування?
14. Як впливає освітлення на колір виробу?
15. Поясніть дію кольору на людину в психофізіологічному відношенні.
16. Перелічіть прилади для виміру кольору.

ЛЕКЦІЯ № 14. ЗАСТОСУВАННЯ САПР ПРИ КОНСТРУЮВАННІ АВТОМОБІЛІВ

План лекції. Стан ринку САПР у світі і сучасні системи автоматизованого проектування застосовувані в автомобілебудуванні. Компоненти САПР. Системи автоматизованої розробки креслень. Метод кінцевих елементів. Виробничий цикл деталі. Технологічна підготовка виробництва. Числове програмне управління. Швидке прототипування і виготовлення. Віртуальна інженерія.

Література: [25], с. 6-8, 157-164; [26], с. 8-11, 46-48, 83-102, 109, 158-159; [27], с. 125-127, 413-425; [28], с. 11-13; [29], с. 6-7, 9-10.

Ефективним засобом ергономічного проектування стають автоматизовані системи проектування (САПР), що складаються з ЕОМ, графічних пристроїв введення - виводу й різноманітних пакетів програмного забезпечення.

Автоматизовані системи ергономічного проектування розвиваються під впливом і в руслі загального процесу автоматизації проектування. У міру вдосконалювання програмних і апаратних засобів обчислювальної техніки, інтерфейсу "людина - САПР" все більше число завдань ергономічного проектування вирішується із застосуванням зазначених систем.

Конкуренція на ринках збуту спонукує автомобілебудівні підприємства скорочувати строки проектування й виробництва автомобілів при одночасному підвищенні їхньої якості. Пошуки шляхів рішення названих завдань, стимулюють розвиток і застосування систем автоматизованого проектування, у тому числі й ергономічного.

Системи автоматизованого проектування сприяють швидкому й надійному ергономічному проектуванню та оцінці робочі місця водія шляхом використання наступних компонентів: тривимірної моделі людини, зон досяжності й полів зору.

Зони досяжності залежать від дій людини на робочому місці. Відповідно до статі водія та обраного перцентіля, система показує зони досяжності. Можливі наступні зони досяжності: ідеальна, фізіологічно максимальна, геометрично максимальна.

Спеціальний програмний модуль дозволяє моделювати дії водія на робочому місці. Біомеханічна тривимірна модель людини відповід-

но до обраної статі й перцентіля розміщується на робочому місці. Різні людські рухи характеризуються шляхом виміру часу окремих моментів руху мультиплікаційних зображень.

Модель людини можна поміщати в положення сидячи або стоячи, навантаження на суглоби під час рухів обчислюються й графічно документуються. Додатково для допомоги користувачеві є довідник (гіпертекст), що за посередництвом ключових слів надає важливу інформацію з питань навколишнього середовища, про ергономічні стандарти, інструкції безпеки тощо. Зміст довідника може модифікуватися й доповнюватися користувачем.

Створена автоматизована система ергономічного проектування підвищує продуктивність праці проектувальників, скорочує час проектування, підвищує якість проектних робіт і дозволяє уникнути помилок при їхньому виконанні.

Деякі фахівці вважають, що двовимірні креслення, які містять антропометричні дані, сьогодні вже анахронізм. Оскільки спеціальні програми є динамічним партнером проектувальника. Вони демонструють йому на екрані дисплея в зручній для сприйняття формі банк антропометричних і біомеханічних даних.

Програми побудовані на основі 10 млн. даних, що включають перцентілі від 2,5 до 97,5. На екрані проектувальником задається варіант об'ємно-просторового рішення шуканої структури, потім у ній починає "жити" рухливе об'ємне зображення людини, що виконує команди проектувальника, аж до вікової зміни рухливості суглобів.

Визначення CAD, CAM і CAE.

Автоматизоване проектування (computer-aided design - CAD) являє собою технологію, що складається у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, зміни, аналізу й оптимізації проектів (рис. 14.1).

Таким чином, будь-яка програма, що працює з комп'ютерною графікою, так само як і будь-який додаток, використовуваний в інженерних розрахунках, ставиться до систем автоматизованого проектування.

Інакше кажучи, безліч засобів CAD простирається від геометричних програм для роботи з формами до спеціалізованих додатків для аналізу й оптимізації. Між цими крайностями вміщуються програми для аналізу допусків, розрахунку мас-інерційних властивостей, моделювання методом кінцевих елементів і візуалізації результатів аналізу.

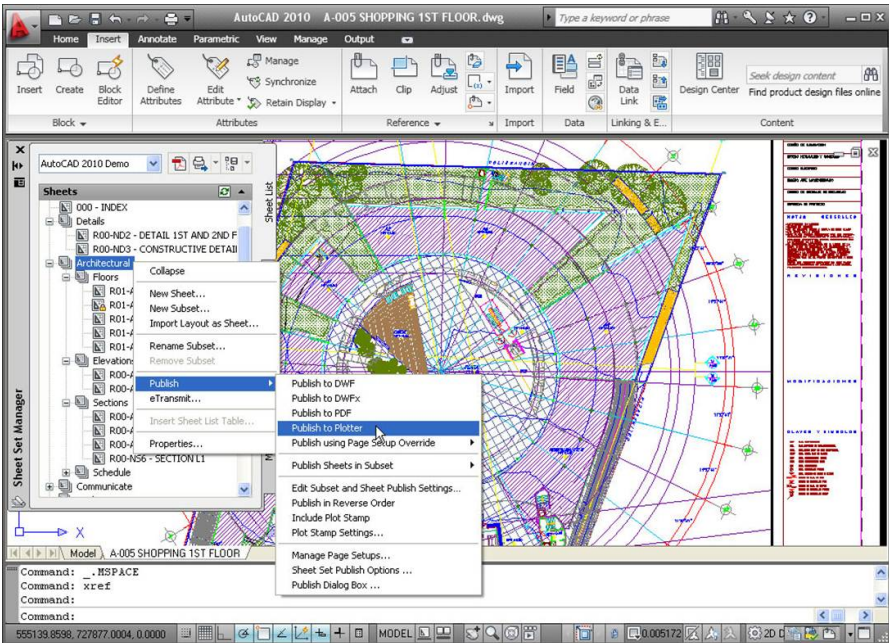


Рисунок 14.1 – Інтерфейс програми AutoCAD

Сама основна функція CAD - визначення геометрії конструкції (деталі механізму, архітектурні елементи, електронні схеми, плани будинків і т.п.), оскільки геометрія визначає всі наступні етапи життєвого циклу продукту.

Для цієї мети звичайно використовуються системи розробки робочих креслень і геометричного моделювання. От чому ці системи звичайно й вважаються системами автоматизованого проектування. Більше того, геометрія в цих системах, може використатися як основа для подальших операцій у системах CAE та CAM.

Це одне з найбільш значних переваг CAD, що дозволяє заощаджувати час і скорочувати кількість помилок, пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції з нуля щораз, коли вона потрібна в розрахунках.

Системи автоматизованої розробки робочих креслень і системи геометричного моделювання є найбільш важливими компонентами автоматизованого проектування (рис. 14.2, 14.3, 14.4).

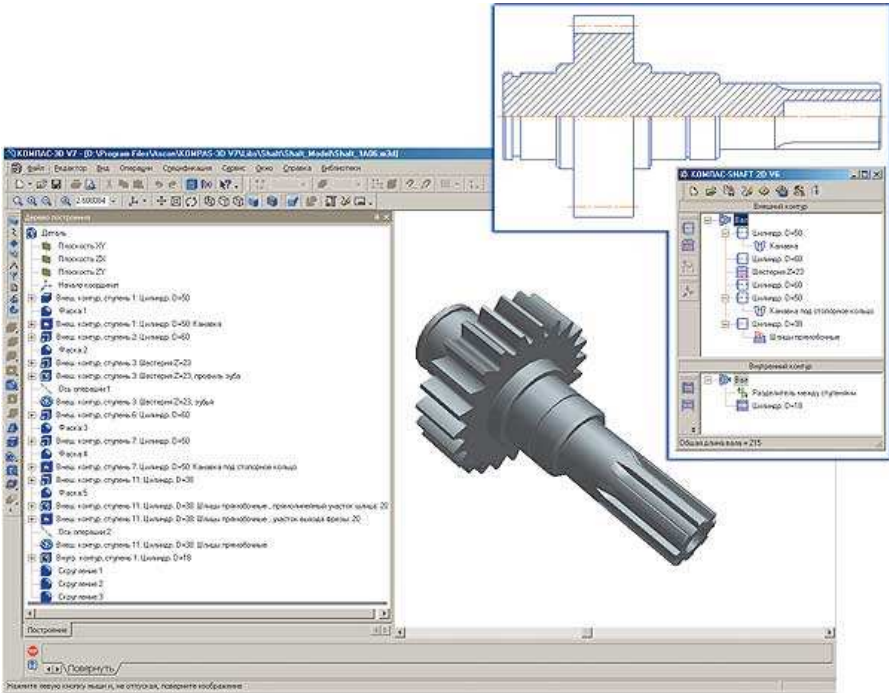


Рисунок 14.2 – Розробка геометрії деталі та виконання робочих креслень в програмі Компас

Автоматизоване виробництво (computer-aided manufacturing - CAM) - це технологія, що складається у використанні комп'ютерних систем для планування, керування й контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс із виробничими ресурсами підприємства (рис. 14.5).

Одним з найбільш зрілих підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління (ЧПУ, numerical control - NC). ЧПУ полягає у використанні запрограмованих команд для керування верстатом, що може шліфувати, різати, фрезерувати, штампувати, згинати та іншими способами перетворювати заготовлі в готові деталі.

У наш час комп'ютери здатні генерувати великі програми для верстатів з ЧПУ на підставі геометричних параметрів виробів з бази даних CAD і додаткових відомостей, надаваних оператором. Дослідження в цій області концентруються на скороченні необхідності

втручання оператора.

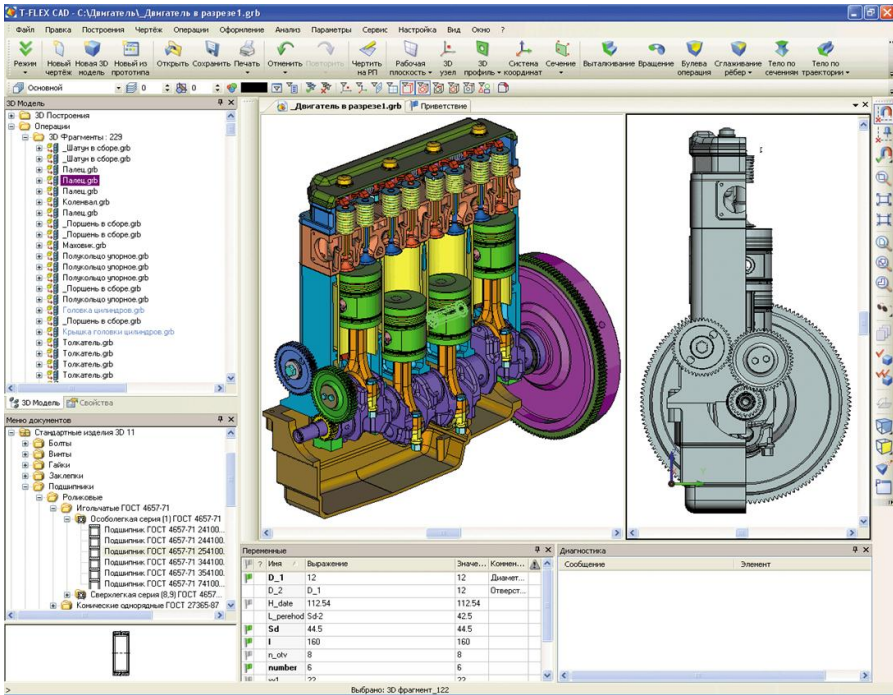


Рисунок 14.3 – Проект двигуна розроблений в системі T-FLEX

Ще одна важлива функція систем автоматизованого виробництва - програмування роботів, які можуть працювати на гнучких автоматизованих ділянках, вибираючи й установлюючи інструменти й оброблювані деталі на верстатах з ЧПУ. Роботи можуть також виконувати свої власні завдання, наприклад, займатися зварюванням, зборкою й переносом устаткування та деталей по цеху.

Планування процесів також поступово автоматизують. План процесів може визначати послідовність операцій по виготовленню пристрою від початку й до кінця, на всьому необхідному устаткуванні.

Хоча повністю автоматизоване планування процесів практично неможливе, план обробки конкретної деталі цілком може бути сформований автоматично, якщо вже є плани обробки аналогічних деталей. Для цього була розроблена технологія угруповання, що дозволяє

поєднувати схожі деталі в сімейства.

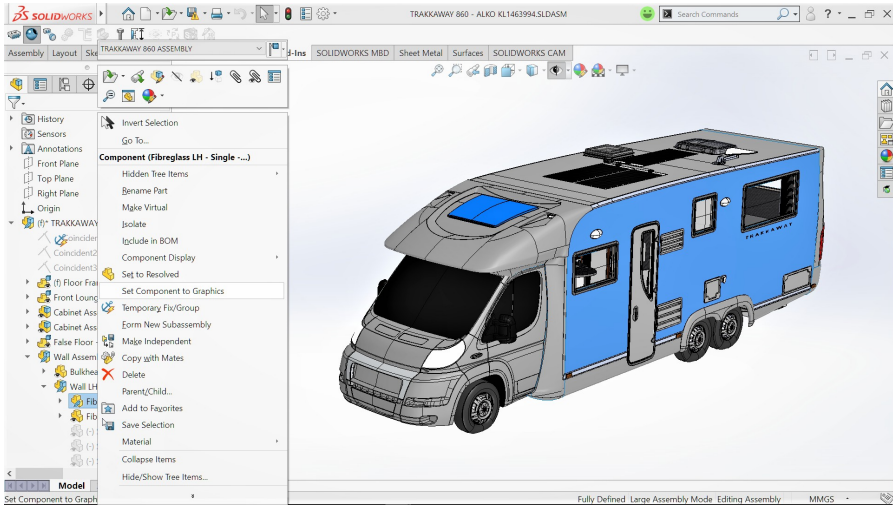


Рисунок 14.4 – Вікно програми SolidWorks 2018

Деталі вважаються подібними, якщо вони мають загальні виробничі особливості (гнізда, пази, фаски, отвори і т.п.). Для автоматичного виявлення схожості деталей необхідно, щоб база даних CAD містила відомості про такі особливості. Це завдання здійснюється за допомогою об'єктно-орієнтованого моделювання або розпізнавання елементів.

До того ж, комп'ютер може використатися для того, щоб виявляти необхідність замовлення вихідних матеріалів і покупних деталей, а також визначати їхню кількість виходячи із графіка виробництва.

Називається така діяльність плануванням технічних вимог до матеріалу (material requirements planning - MRP). Комп'ютер може також використовуватися для контролю стану верстатів у цеху й відправлення їм відповідних завдань.

Автоматизоване конструювання (computer-aided engineering - CAE) - це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії CAD, моделювання і вивчення поведінки продукту для вдосконалення та оптимізації його конструкції (рис. 14.6).

Засоби CAE можуть здійснювати безліч різних варіантів аналізу.

Програми для кінематичних розрахунків, наприклад, здатні визначати траєкторії руху і швидкості ланок у механізмах. Програми динамічного аналізу можуть використовуватися для визначення навантажень і переміщень у складних пристроях типу автомобілів. Програми верифікації й аналізу логіки та синхронізації імітують роботу складних електронних ланцюгів.

Як видно, із всіх методів комп'ютерного аналізу, найбільше широко, в конструюванні використовується **метод кінцевих елементів (finite-element method - FEM)**. З його допомогою розраховуються напруження, деформації, теплообмін, розподіл магнітного поля, потоки рідин та інші завдання з безперервними середовищами, вирішувати які яким-небудь іншим методом виявляється просто непрактично.



Рисунок 14.5 – Проектування і оптимізація робочого процесу в системі CATIA

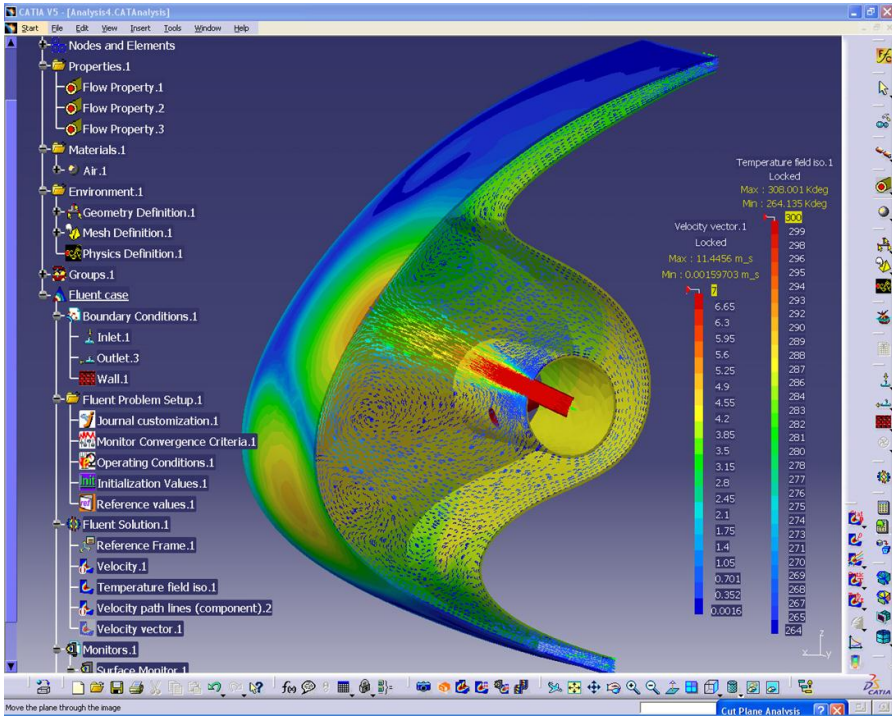


Рисунок 14.6 – Аналіз конструкції деталі в CATIA

У методі кінцевих елементів аналітична модель структури являє собою з'єднання елементів, завдяки чому вона розбивається на окремі частини, які вже можуть оброблятися комп'ютером.

Як відзначалося раніше, для використання методу кінцевих елементів потрібна абстрактна модель підходящого рівня, а не сама конструкція. Абстрактна модель відрізняється від конструкції тим, що вона формується шляхом виключення несуттєвих деталей і редукування розмірностей (рис. 14.7).

Наприклад, тривимірний об'єкт невеликої товщини може бути представлений у вигляді двовимірної оболонки. Модель створюється або в інтерактивному режимі, або автоматично. Готова абстрактна модель розбивається на кінцеві елементи, що утворюють аналітичну модель. Програмні засоби, які дозволяють конструювати абстрактну модель і розбивати її на кінцеві елементи, називаються препроцесорами

(preprocessors). Проаналізувавши кожний елемент, комп'ютер збирає результати у єдине ціле і представляє їх у візуальному форматі.

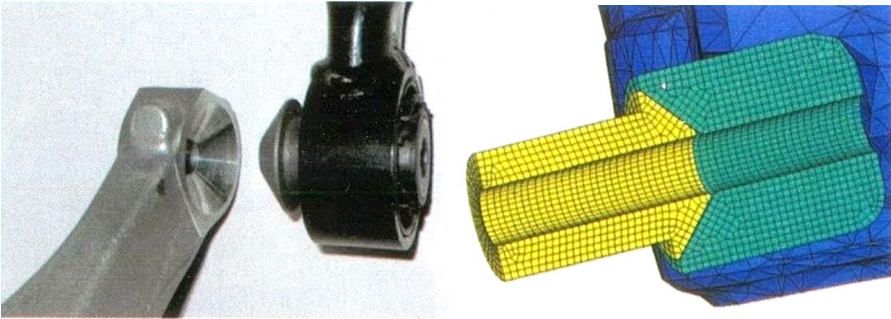


Рисунок 14.7 – Розрахунок елементів підвіски Ford Mondeo методом кінцевих елементів

Перевага методів аналізу й оптимізації конструкцій полягає в тому, що вони дозволяють конструкторові побачити поведінку кінцевого продукту і виявити можливі помилки до створення і тестування реальних прототипів, уникнувши певних витрат.

Оскільки вартість конструювання на останніх стадіях розробки й виробництва продукту експоненційно зростає, рання оптимізація й удосконалення (можливі тільки завдяки аналітичним засобам CAE) окупаються значним зниженням строків і вартості розробки.

Таким чином, технології CAD, CAM і CAE полягають в автоматизації й підвищенні ефективності конкретних стадій життєвого циклу продукту. Розвиваючись незалежно, ці системи ще не до кінця реалізували потенціал інтеграції проектування та виробництва. Для рішення цієї проблеми була запропонована нова технологія, що одержала назву комп'ютеризованого інтегрованого виробництва (computer-integrated manufacturing - CIM).

CIM намагається з'єднати "острівці автоматизації" разом і перетворити їх у безперерійно й ефективно працюючу систему. CIM має на увазі використання комп'ютерної бази даних для більше ефективного керування всім підприємством, зокрема бухгалтерією, плануванням, доставкою та іншими завданнями, а не тільки проектуванням і виробництвом, які охоплювалися системами CAD, CAM і CAE. CIM часто називають філософією бізнесу, а не комп'ютерною системою.

Перспективи застосування моделювання віртуальних реальностей в ергономічному проектуванні.

Принципово нові можливості для ергономічного моделювання і проектування відкриваються зі створенням світу віртуальної реальності (ВР). На підставі аналізу робіт, присвячених вивченню феномена віртуальної реальності, виділяють три найбільш характерні її особливості.

Віртуальна реальність продукується активністю якої-небудь іншої реальності, зовнішньої стосовно неї. Тому її називають штучною або створеною (породженою). Віртуальна реальність існує тільки "тут і тепер". Можливість взаємодії з усіма іншими реальностями, у тому числі із породженою, як незалежними одна від іншої - ще одна особливість віртуальної реальності (рис. 14.8).



Рисунок 14.8 – Аналіз напрямку повітряних потоків та їх температури за допомогою технологій ВР

Апаратні засоби віртуальної реальності: окуляри, рукавички, комп'ютерна миша і шолом.

Розробка нового покоління ЕОМ і нових принципів моделювання дозволила моделювати віртуальні реальності. В основі кожного прикладного випадку віртуальної реальності - база даних, використувана комп'ютером для створення і демонстрації графічних програм.

Однак, на відміну від інших графічних програм. ВР-комп'ютер за допомогою приводів, приєднаних до шолома і рукавичок, уловлює рух голови і тіла людини, та відповідно регулює спостережуваний нею світ. Користуючись рукавичкою, джойстиком, мишею або іншими пристроями, людина взаємодіє з образами на екрані, переборює почуття недовіри, а створюване видовище здобуває характер реальності.

Кінцева мета віртуальної реальності полягає в тому, щоб у користувача виникло відчуття реальності створеного комп'ютером світу і його знаходження в ньому. Термін "віртуальна реальність" був запропонований ще на початку 80-х років ХХ сторіччя.

Сполучення віртуального бачення з фізичним зворотним зв'язком відкриває широкі можливості для застосування в ергономічних дослідженнях і проектуванні (рис. 14.9).

Вперше можливості віртуальної реальності були використані в авіації. Демонструючи останні досягнення віртуальної реальності, інженери створили імітатор-тренажер літака.

Надягши "віртуальні" шолом і рукавички, можна відкрити ремонтний люк, щоб перевірити механічні вузли, заглянути в кабінку й вантажний відсік, вивчити розташування систем керування та пасажирських місць.

Впровадження ВР у комп'ютеризовані конструкторські відділи дозволяє - ще до зборки літака - розташувати, наприклад, всі функціональні вузли в межах досяжності на випадок ремонту.

Із застосуванням ВР з'явилася можливість замовникам оглянути проєктований автомобіль. Можна "посідіти" на робочому місці водія, розглянути приладовий щиток, інтер'єр салону, покрутити кермове колесо, включити передачу, натиснути на педаль гальма тощо, тобто самому переконатися, чи влаштовує їх майбутній автомобіль. Якщо ні, замовник вносить зміни, і комп'ютер видає докладні ескізи для задоволення запитів замовника.

Швидке виготовлення прототипу (Rapid Prototyping - RP) - це нові технології, що активно розвиваються в проєктній і виробничій

індустрії. Надають можливість одержувати фізичні деталі і моделі без інструментального їхнього виготовлення, шляхом перетворення даних, що надходять з CAD-системи, і одержати креслення і проекти в 3D-представленні, тільки натиснувши кнопку.



Рисунок 14.9 – Аналіз результатів "віртуального" краш-тесту автомобіля

При завершенні роботи на CAD-робочій станції над ідеєю або проектом, можна дати команду "друк", і протягом декількох годин або днів, у залежності від розміру, одержати фізичну модель виробу.

У порівнянні з іншими методами (виготовлення моделей з пінопласту, дерева, воску вручну або на верстатах із ЧПУ), що існували до середини 80-х років, поява систем швидкого виготовлення прототипів була переворотом у технології.

Замість того, щоб чекати фізичні моделі протягом декількох тижнів, конструктори можуть одержувати них через кілька днів або годин.

В даний час на ринку існують різні RP-системи, що роблять моделі по різних технологіях і з різних матеріалів. Однак, усі системи

для швидкого виготовлення прототипів, що є на сьогодні, працюють по схожому, пошаровому принципу побудови фізичної моделі, що полягає в наступному:

- зчитування тривимірної геометрії з 3D CAD-систем у форматі STL (звичайні твердотільні моделі або моделі з замкнутими поверхневими контурами). Усі CAD-системи твердотільного моделювання можуть видавати файли STL;
- розбивка тривимірної моделі на поперечні перерізи (шари) за допомогою спеціальної програми, що поставляється з устаткуванням або використовується як додаток;
- побудова перетинів деталі шар за шаром знизу нагору, доти, поки не буде отриманий фізичний прототип моделі. Шари розташовуються знизу нагору, один над іншим, фізично зв'язуються між собою. Побудова прототипу продовжується доти, поки надходять дані про перетини CAD-моделі.

Робота деяких RP-систем заснована на фотополімеризації - хімічному процесі, при якому рідка смола (полімер) перетворюється у твердий полімер під впливом на неї ультрафіолетового випромінювання або випромінювання видимої частини спектра. Інші RP-системи працюють з використанням теплових процесів для побудови фізичних моделей.

Це технології, при яких термопластичний матеріал видавлюється з інжекційних голівок, утворює шари, послідовність яких утворює фізичне тіло; технології спікання порошкових матеріалів під впливом теплових процесів; “склеювання” листових матеріалів. Різновид процесів швидкого виготовлення прототипів відповідає числу виробників.

Технології швидкого одержання прототипів виробів надають інженерам і дизайнерам волю творчості при створенні дешевих тривимірних моделей. При бажанні можна провести чистову обробку поверхні прототипу, щоб замовники і персонал мали можливість оцінити естетичні властивості продукту.

Процес **моделювання методом наплавлення** (fused-deposition modeling — FDM) - відносно простий але його застосування обмежене термопластичними матеріалами. Комерційна реалізація цього методу виконана фірмою Stratasys. У процесі наплавлення, кожний шар формується шляхом видавлювання термопластичного матеріалу, що перебуває в рідкому стані (рис. 14.10), а сама деталь виготовляється шляхом послідовного наплавлення шарів. Температура матеріалу, що

видавлюється, незначно перевищує його температуру затвердіння: це аналогічно створенню написів на торті шоколадним кремом.

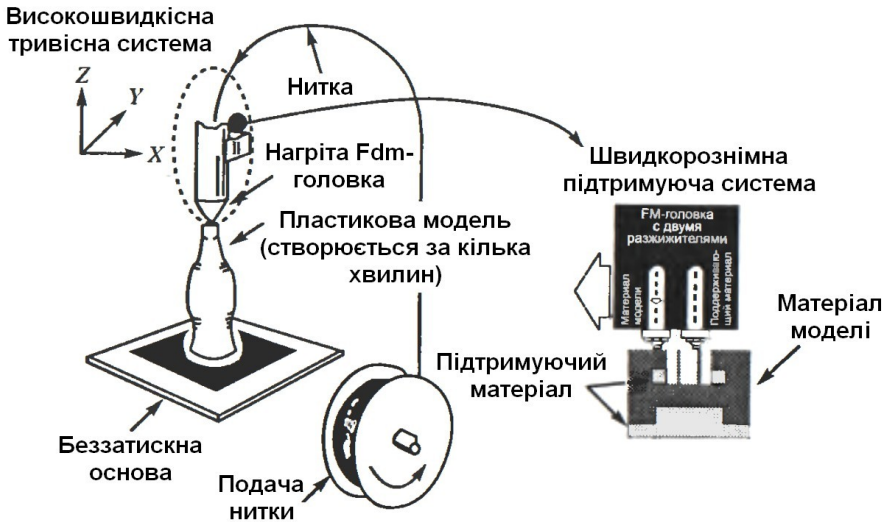


Рисунок 14.10 - Моделювання методом наплавлення (Stratasys Inc.)

Форма, складання і функціональність виробів. Прототипи, побудовані за технологіями, що забезпечують достатню міцність моделей, зручні в прикладних задачах, що вимагають оцінки форми деталей і перевірки складання виробів, тому що всі зміни можна внести в CAD креслення до початку виробництва.

Лиття по випалюваних моделях. Прототипи можуть виступати як разові моделі для точного лиття, якщо вони виготовлені з матеріалів, що вигорають під дією високих температур. Тому що такі об'єкти не розширюються і не тріскаються при випалі, можливе використання традиційних методів лиття, при яких моделі вигорають при заповненні форми розплавленим металом.

Вакуумне лиття пластмас. Міцність і жорсткість прототипів робить їх зручними для вакуумного лиття тонких пластмасових композитів при малих і середніх обсягах виробництва. Міцність моделей, отриманих по сучасних технологіях дозволяє їм витримувати високі напруги.

Виготовлення прес-форм. Прототипи, що мають достатню мі-

цність, використовуються для швидкого виготовлення прес-форм для лиття по виплавлюваних моделях з парафіново-стеаринових сполук при малих і середніх обсягах виробництва. Для поліпшення якості виливків і збільшення ресурсу прес-форм на робочі поверхні можна нанести металеве покриття.

Виливок гіпсових форм. Геометрична стабільність моделей і властива їм точність, уможливають їхнє використання для лиття гіпсових форм.

Прес-форми із силіконового каучуку. Прототипи часто використовуються при литті із силіконового каучуку для одержання поліуретанових або епоксидних виливків.

Вартість. Розроблювачі RP-систем останнім часом орієнтуються на випуск недорогих і швидкодіючих машин, знижуючи вартість і збільшуючи обсяг робочої камери. Таким чином, нові технології виготовлення прототипів дозволяють значно скоротити терміни виготовлення моделей для візуалізації, припасування, виготовлення оснащення й інших застосувань, що забезпечує: скорочення циклу розробки; поліпшення дизайну; підвищення якості; зменшення ціни продукту і виробництва; прискорення внесення змін у конструкцію.

Швидке виготовлення прототипів стало найважливішою частиною CAD/CAM – процесу. RP-технології дозволяють користувачам за короткий час перевірити дані CAD-систем.

Усе збільшуване використання твердотільного моделювання, забезпечує поширення технологій швидкого одержання прототипів. Підвищується якість матеріалів і точність прототипів.

Усе це говорить про те, що технології і системи швидкого одержання прототипів будуть займати усе більше місце в автоматизованому проектуванні. У недалекому майбутньому RP-системи будуть доступні будь-якому користувачеві і стануть звичним інструментом конструктора, підвищуючи якість проектування і скорочуючи час випуску нової продукції.

Питання для самоперевірки

1. Що таке САПР?
2. Які перспективи застосування технологій автоматизованого проектування в автомобілебудуванні?
3. Коротко розкажіть про технологію автоматизованого конструювання (CAE).

4. У чому полягають проектні роботи над формою кузова автомобіля?
5. Що входить до складу комплексу технічних засобів САПР?
6. Назвіть основні етапи використання засобів машинної графіки на стадіях розробки кузова автомобіля?
7. Як здійснюється зв'язок ЕОМ з технологічним процесом виробництва?
8. Які існують сучасні технології виготовлення моделей і фізичних деталей без їхнього інструментального виготовлення?
9. Назвіть структуру програмного забезпечення САПР для автомобілебудування.
10. З чого складається технологія автоматизованого виробництва?
11. Які розрахунки виконують за допомогою методів кінцевих елементів?
12. Які перспективи застосування моделювання віртуальних реальностей в ергономічному проектуванні транспортних засобів?
13. Коротко розкажіть про використання технології віртуальної реальності в ергономічному проектуванні автомобіля.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни "Основи ергономіки". Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

Основна

1. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов : Учебник для студ. высш. учебн. заведений / И. С. Степанов и др. ; под ред. В. М. Шарипова. М. : Академия, 2005. 256 с.
2. Зайцев С. А. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов : учеб. пособие. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. 123 с.
3. Петров А. П. Основы эргономики и дизайна в автомобилестроении : Учебное пособие. Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2004. 163 с.
4. Долматовский Ю. А. Автомобиль за 100 лет. М. : Знание, 1986. 235 с.
5. Сомов Ю. С. Композиция в технике. М. : Машиностроение, 1987. 288 с.
6. Шпара П. Е., Шпара И. П. Техническая эстетика и основы художественного конструирования. Киев : Вища школа, 1989. 247 с.
7. Холмянский Л. М., Щипанов А. С. Дизайн. М. : Просвещение, 1985. 240 с.
8. Гаврилов Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте. Киев: Техника, 1976. 152 с.

Додаткова

9. Богданович Л. Б., Бурьян В. А., Раутман Ф. И. Художественное конструирование в машиностроении. Киев : Техника, 1976. 184 с.
10. Законодательные и потребительские требования к автомобилям : Учебн. пособие/ В. Н. Кравец, Е. В. Горынин; Нижегород. гос. техн. унт Н. Новгород, 2000. 400 с.
11. Безопасность конструкции автомобиля. М. : Машиностроение, 1985. 160 с.
12. Родионов В. Ф., Фиттерман Б. М. Проектирование легковых авто-

- мобилей. М. : Машиностроение, 1980. 479 с.
13. Анилович В. Я., Водолажченко Ю. Т. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов. М. : Машиностроение, 1991. 543 с.
 14. Долматовский Ю. А. Основы конструирования автомобильных кузовов. М. : Машгиз, 1962. 319 с.
 15. Штробель В. К. Современный автомобильный кузов. М. : Машиностроение, 1984. 264 с.
 16. Эргономика Л. : ЛГУ, 1988. 181с
 17. Волкотруб И. Т. Основы художественного конструирования. Моделирование материалов и биоформ. Киев : Вища школа, 1982. 152 с.
 18. Шорохов Е. В., Козлов Н. Г. Композиция. М. : Просвещение, 1978. 160 с.
 19. Коняев Н. М., Лебедев В. А. Что такое эргономика? Минск : Выш. шк., 1986. 126 с.
 20. Минервин Г. Б., Мунипов В. М. О красоте машин и вещей. М. : Просвещение, 1981. 151 с.
 21. Вудсон У., Коновер Д. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников конструкторов. М.: Мир, 1967. 518 с.
 22. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. М. : Машиностроение, 1971. 488 с.
 23. Афанасьев Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля. М. : Машиностроение, 1981. 368 с.
 24. Справочник по инженерной психологии. М. : Машиностроение, 1987. 288 с.
 25. Инженерная психология. Киев : Вища шк., 1976. 307 с.
 26. Фурунжиев Р. И., Гугля В. А., Фурунжиев Р. И. САПР или как ЭВМ помогает конструктору. Минск : Выш. Шк., 1987. 205 с.
 27. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. М. : Мир, 1991. 296 с.
 28. Грувер М., Зиммерс Е. САПР и автоматизация производства. М. : Мир, 1987. 528 с.
 29. Гардан И., Люка М. Машинная графика и автоматизация конструирования. М. : Мир, 1987. 272 с.
 30. Энкарначчо Ж., Шлехтендаль Э. Автоматизированное проектирование. Основные понятия и архитектура систем. М. : Радио и связь, 1986. 288 с.

Інформаційні ресурси

31. Что такое эргономика? URL: <http://www.ergo-org.ru/ergo.html> (дата звернення: 23.09.2018)
32. Эргономика. URL: <https://psychology.academic.ru/2967/эргономика> (дата звернення: 23.09.2018)
33. Эргономика. URL: <http://chernykh.net/content/view/164/> (дата звернення: 23.09.2018)
34. Эргономика — что нужно знать? <http://ergonomikars.ru/> (дата звернення: 23.09.2018)
35. ГОСТ Р МЭК 60447-2000 Интерфейс человеко-машинный. Принципы приведения в действие. <http://www.docload.ru/Basesdoc/39/39796/index.htm> (дата звернення: 23.09.2018)
36. ГОСТ Р МЭК 60073-2000 Интерфейс человекомашинный. Маркировка и обозначение органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации. URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/39/39795/index.htm> (дата звернення: 23.09.2018)
37. Описание САПР. URL: <http://seniga.ru/sapr.html> (дата звернення: 23.09.2018)
38. АСКОН - комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. CAD/AEC/PLM. URL: <https://ascon.ru/products/7/review/>. (дата звернення: 23.09.2018)
39. Система NX (колишня назва - Unigraphics) компанії Siemens. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/>. (дата звернення: 23.09.2018)
40. Система CATIA. URL: <https://www.3ds.com/products-services/catia/>. (дата звернення: 23.09.2018)
41. Система SolidWorks. URL: <https://www.solidworks.com>. (дата звернення: 23.09.2018)
42. Welcom to ANSYS, Inc. – Corporate Homepage. URL: <https://www.ansys.com>. (дата звернення: 23.09.2018)
43. Система PTC Creo Elements/Pro (колишня назва Pro/ENGINEER) компанії PTC (Parametric Technology Corporation). URL: <https://www.ptc.com/en/industries/automotive>. (дата звернення: 23.09.2018)
44. Система Autodesk Inventor. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>. (дата звернення: 23.09.2018)