

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

О. М. Артюх, О. В. Дударенко
В. В. Кузьмін, А. Ю. Сосик
А. В. Щербина

ОСНОВИ ЕРГОНОМІКИ

Навчальний посібник

Запоріжжя • НУ «Запорізька політехніка» • 2021

УДК 629.3.022(075.8)

О-75

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Національний університет «Запорізька політехніка»
(Протокол № 3 від 6.12.2021 р.)*

Рецензенти:

Сахно В. П. – д.т.н., професор, академік Транспортної академії України, Заслужений працівник освіти України, завідувач кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету (м. Київ).

Панченко А. І. – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Мехатронні системи та транспортні технології» Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Воронін С. В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Машинобудування та технічний сервіс машин» Українського державного університету залізничного транспорту.

О-75 Основи ергономіки : навч. посіб. / О. М. Артюх,
О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ
«Запорізька політехніка», 2021. – 168 с.

ISBN 978-617-529-338-6

Навчальний посібник 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. Посібник призначений для студентів які навчаються за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування.

УДК 629.3.022(075.8)

ISBN 978-617-529-338-6

© Національний університет
«Запорізька політехніка», 2021
© Артюх О. М., Дударенко О. В.,
Кузьмін В. В., Сосик А. Ю.,
Щербина А. В., 2021

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Вступ до курсу «Основи ергономіки».....	8
1.1 Передумови виникнення ергономіки.....	8
1.2 Основні розділи ергономіки	8
1.3 Дизайн і його зв'язок з ергономікою	9
1.4 Ергономіка і дизайн як вид професійної діяльності.....	10
2 Виникнення і розвиток ергономіки	13
2.1 Інженерна психологія і хіротехніка – причини виникнення, їх предмет і зміст	13
2.2 Основні завдання інженерної психології	15
2.3 Мета і завдання хіротехніки	16
2.4 Вимоги хіротехніки до органів керування транспортними засобами	16
2.5 Способи захвату важелів управління машиною рукою оператора	19
2.6 Схоплючі захвати	20
2.7 Кінчикові захвати	21
3 Антропометрія і машина.....	24
3.1 Основні відомості про антропометрію	24
3.2 Поняття «перцентіль»	26
3.3 Фактори, що впливають на вимірювання людського тіла	27
3.4 Кореляційні таблиці	29
4 Основи художнього конструювання автомобілів	35
4.1 Теорія промислового дизайну	35
4.2 Спільна робота дизайнера і інженера-конструктора.....	36
4.3 Технічна естетика та її вимоги	37
4.4 Основні напрямки художнього конструювання автомобілів	42
4.5 Поняття «Стайлінг».....	43
5 Розробка зовнішніх форм транспортних засобів.....	45
5.1 Засоби композиції, види і особливості форм транспортних засобів.....	45
5.2 Симетрія і асиметрія.....	46
5.3 Статика і динаміка.....	46
5.4 Тектоніка	47

5.5	«Золотий перетин».....	48
5.6	Масштабність.....	49
5.7	Об’ємно-просторова структура.....	50
5.8	Конструкція, форма і композиція.....	51
6	Загальна компоновка автомобіля.....	54
6.1	Технічне завдання та ескізний проект.....	54
6.2	Затвердження технічного завдання.....	57
6.3	Ескізний проект.....	58
6.4	Модель форми автомобіля.....	61
6.5	Техніка макетування, контрольні перевірки.....	61
6.6	Технічний проект, ув’язочна схема, макет шасі.....	66
7	Компонування робочого місця водія.....	69
7.1	Загальні відомості про компонування.....	69
7.2	Оглядовість – методи її вимірювання та оцінки.....	74
7.3	Посадкові манекени.....	78
7.4	Манекени для випробування систем індивідуального захисту дітей.....	80
7.5	Загальні принципи проектування органів керування.....	82
8	Розробка панелі приладів.....	86
8.1	Загальна компоновка панелі приладів.....	86
8.2	Інформативність панелі приладів.....	89
8.3	Правила проектування шкал приладів.....	91
8.4	Попереджувальні і сигнальні пристрої.....	94
9	Комфортабельність транспортних засобів.....	100
9.1	Втома водія (оператора).....	100
9.2	Види комфортабельності – кліматична, вібраційна, акустична.....	103
9.3	Системи вентиляції та опалення салону автомобіля.....	107
9.4	Організація мікроклімату на робочому місці водія.....	111
10	Інтер’єр кузова і кабіни транспортних засобів.....	114
10.1	Компонування внутрішнього простору кабіни і кузова.....	114
10.2	Компонування салону легкового автомобіля.....	114
10.3	Компонування салону автобуса.....	115
10.4	Сидіння.....	119
11	Конструктивна безпека транспортних засобів.....	120
11.1	Фактори і причини виникнення дорожньо-транспортних пригод.....	120

11.2	Активна і пасивна безпека	120
11.3	Забезпечення життєвого простору	123
11.4	Захисні системи	124
11.5	Ремені безпеки	124
11.6	Подушки безпеки.....	127
11.7	Захисні кабіни та системи захисту	129
12	Система «людина-машина-навколишнє середовище»	131
12.1	Загальні відомості про систему «людина-машина» (СЛІМ).....	131
12.2	Елементи системи ВАДС та їхні особливості.....	132
13	Аеродинамічні властивості машини. Колір в автомобілебудуванні	136
13.1	Аеродинамічні властивості колісної машини	136
13.2	Колір – поняття кольору та загальні відомості.....	141
13.3	Основні принципи застосовувані в художньому конструюванні.....	142
14	Застосування САПР при конструюванні автомобілів.....	145
14.1	Стан ринку САПР у світі і сучасні системи застосовувані в автомобілебудуванні	145
14.2	Визначення САД, САМ і САЕ	146
14.3	Перспективи застосування моделювання віртуальних реальностей в ергономічному проектуванні	154
14.4	Швидке прототипування і виготовлення.....	157
	Література	162

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 компонувальних рішень автомобілів і тракторів;
- навичками оцінки безпеки і комфорту прийнятих компонувальних рішень.

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

1 ВСТУП ДО КУРСУ «ОСНОВИ ЕРГОНОМІКИ»

1.1 Передумови виникнення ергономіки

Автомобілі і трактори створюються для людей. Ця проста фраза власне кажучи визначає завдання ергономіки і дизайну стосовно до цих машин.

Ергономіка (від грецького «ergon» – робота, «nomos» – закон) – наука про пристосування знарядь і умов праці до людини. Вона вивчає особливості людини і його функціональні можливості в процесі праці з метою створення оптимальних умов для високої продуктивності і надійності.

Ергономіка як наука оформилася порівняно недавно, усього кілька десятиліть назад, але основи ергономічних знань були закладені ще в той період історії людства, коли з'явилися перші знаряддя праці, виготовлені людьми. Тоді ж люди стали оцінювати ці знаряддя праці за найпростішим критерієм – «зручно – незручно».

Основним завданням ергономіки можна вважати підвищення надійності функціонування людино-машинних систем. Статистика техногенних катастроф показує, що найменш надійним елементом таких систем є людина (виявляється так званий «людський фактор»). Однією з найбільш актуальних задач є задача узгодження конструкції машини в тій її частині, що пов'язана з людиною, із психологічними і фізіологічними характеристиками людини.

Ергономіка – це комплексна наука, вона базується на фізіології, біології, медицині, психології, біомеханіці, промисловій гігієні, нейрофізіології, антропометрії та інших науках про людину. У даній книзі, з урахуванням додачі ергономіки до певних промислових виробів, нас буде цікавити, насамперед, антропометрія, інженерна психологія, хіротехніка.

1.2 Основні розділи ергономіки

Антропометрія займається вивченням розмірів і форми людського тіла і його складових частин, досліджує напрямки і межі рухів частин тіла та сили мускулів. Вона є частиною

загальної науки про людину – антропології. Без знання основних антропометричних характеристик неможливо правильно розмістити органи управління автомобілем або трактором.

Інженерна психологія вивчає об'єктивні закономірності процесів інформаційної взаємодії людини і техніки, на інженерній психології базується, зокрема, побудова приладової панелі і способи подання інформації на ній.

Хіротехніка вивчає взаємодію рук людини з різними рукоятками, кнопками, вмикачами та іншими елементами машин, приладів та інших промислових виробів.

1.3 Дизайн і його зв'язок з ергономікою

Друге визначальне слово – дизайн. **Дизайн** (від англ. «design» – задум, проект, креслення, малюнок) – термін, що позначає різні види проектувальної діяльності, що має метою формування естетичних і функціональних якостей предметного середовища. У вузькому значенні дизайн – це художнє конструювання (вид художньої діяльності, проектування промислових виробів, що мають естетичні властивості).

Дизайнер – це фахівець, що не просто розробляє художній образ виробу, а ведучий художнє конструювання. Діяльність різних фахівців, що приймають участь у розробці конструкції виробу, можна розділити на дві категорії – технічне конструювання і евристична діяльність.

Під технічним конструюванням звичайно розуміють роботу (розрахункову, компоновочну, графічну, креслярську та ін.), засновану на певному алгоритмі, на запрограмованій схемі, на стандартах, нормах і правилах. Результат такої роботи проявляється, у нашому випадку, в ергономічних якостях автомобіля і трактора.

Евристична діяльність більшою мірою заснована на технічній ерудиції, вона будується на системі логічних прийомів і методичних правил. Евристичною можна назвати роботу винахідника. Робота дизайнера займає проміжне положення між цими двома видами творчої діяльності. Ідейною основою дизайну є технічна естетика.

Якщо фахівець займається тільки створенням художнього образу виробу, то він є скоріше стилістом або художником-

оформлювачем, і найчастіше розроблений ним виріб, при зовнішній привабливості, не матиме необхідні ергономічні якості. Дизайнерські підрозділи промислових підприємств і фірм, пов'язаних з виробництвом автомобілів і тракторів, найчастіше входять у службу Головного конструктора.

1.4 Ергономіка і дизайн як вид професійної діяльності

І ергономіка, і дизайн як вид професійної діяльності, можуть розглядатися в різних аспектах: соціальному, технічному, економічному та естетичному.

Соціальний аспект враховує об'єктивну потребу суспільства в транспортних засобах (легкові і вантажні автомобілі, автобуси) і в різних робочих машинах (сільськогосподарські, лісотехнічні, промислові та багато інших тракторів).

Технічний аспект, проявляється в забезпеченні зручного розміщення людей на сидіннях, зручного входу-виходу, доступності органів керування і оптимальних зусиль на них, у гарній оглядовості та в багато іншому. Неодмінною умовою високого рівня конструктивного і дизайнерського пророблення машини є також пристосованість до технічного обслуговування з можливо більшими інтервалами між цими обслуговуваннями.

Економічний аспект знаходить висвітлення у двох сферах. По-перше, у сфері виробництва машини, і проявляється в її собівартості (і ціні). По-друге, у сфері експлуатації. Експлуатаційні витрати складаються з витрат на експлуатаційні матеріали, насамперед паливо, і з витрат на технічне обслуговування. Очевидно, що при поліпшенні обтічності (аеродинаміки) легкового автомобіля або автопоїзда, витрата пального знизиться, а впливати на це може в першу чергу дизайнер шляхом створення раціональної форми кузова.

Раціональне компоновання салону міського автобуса дозволяє зменшити час входу-виходу пасажирів, тобто час перебування машини на зупинках, підвищується середня швидкість руху автобуса, скорочується собівартість перевезення в перерахуванні на одного пасажира. Той же ефект може дати розумне збільшення місткості автобуса.

Естетичний аспект проявляється, насамперед, у

привабливості автомобіля або трактора для потенційного покупця, у його конкурентоздатності, але не тільки в цьому виражається вплив естетичних властивостей автомобілів на суспільство.

Автомобілі багато в чому формують вигляд сучасних міст, дуже впливають на сільський пейзаж (швидкісні автодороги, шляхопроводи, мости). Вплив тракторів менш виражено, тому що вони звичайно використовуються поза великим скупченням людей, і їхній вплив на розвиток суспільства позначається скоріше в результатах їхньої роботи: в оброблених полях, побудованих дорогах і т.п.

Не буде перебільшенням сказати, що легковий автомобіль у відомій мірі є законодавцем моди, існує також і безсумнівний вплив моди на автомобіль. Взаємний вплив автомобіля на моду й моди на автомобіль, є також і соціальним фактором.

Даний курс лекцій присвячений основам ергономіки автомобіля і трактора. Але варто розуміти, що ергономіка автомобіля нерозривно пов'язана з дизайном автомобіля, тому обидва ці напрямки діяльності творців техніки, вимагають глибокого вивчення.

Основне завдання курсу «Основи ергономіки» - дати інженеру-конструктору й дизайнеру уявлення про загальну ідеологію конструювання внутрішнього простору кузова й кабіни з урахуванням антропометричних характеристик, зручної, безпечної взаємодії людини і машини, мінімізації впливу негативних факторів.

У даному курсі лекцій також розглянуті основи аеродинаміки автомобіля і трактора, загальні принципи забезпечення конструктивної безпеки, методи розробки зовнішніх форм кузовів і кабіни і їхнього інтер'єра, дасться подання про систему «водій – автомобіль – дорога – середовище».

Матеріал курсу лекцій викладений послідовно, з урахуванням змісту дисципліни, але будь-який розділ, у випадку інтересу до певної теми, можна також вивчати незалежно від інших, вивчаючи інші розділи лише в тих випадках, коли це викликано необхідністю.

Питання для самоперевірки

1. Що таке ергономіка?
2. Які історичні передумови виникнення ергономіки?
3. Що є предметом вивчення ергономіки?
4. Які задачі вирішує ергономіка?
5. Яке науково-технічне значення в процесі навчання студентів технічних вузів має курс лекцій «Основи ергономіки»?
6. Яке значення мають і як впливають ергономіка і дизайн на процес проектування автомобілів?
7. Назвіть основні аспекти ергономіки, як виду професійної діяльності.

2 ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТОК ЕРГОНОМІКИ

2.1 Інженерна психологія і хіротехніка – причини виникнення, їх предмет і зміст

Термін **ергономіка** (від грец. *ergon* – робота, *nomos* – закон) у перекладі із грецького означає «закон роботи». Войцех Ястшембовський, який вперше запропонував його в 1857 р., мав на увазі науку про працю, засновану на закономірностях науки про природу.

Такий же зміст В.Н. М'ясищев вкладав у поняття «ергологія», а В.М. Бехтерев – у зміст науки «**ергонологія**». Автори проектів цих нових навіть для 20-х років ХХ сторіччя наукових дисциплін вказували на те, що трудова діяльність не вивчається в цілому ні однією з існуючих наук, не вміщується в рамки жодного з існуючих предметів, незважаючи на свою крайню важливість.

Остаточно термін **Ергономіка** був визначений в Англії в 1949 р. і одержав після цього широке поширення в усьому світі. Аналогічну область знань у США називають «людськими факторами» (**human factors**).

Ергономіка є комплексною наукою, що виникла на стику технічних наук, психології, фізіології, гігієни, анатомії, біомеханіки, антропології, біофізики, містить у собі інженерну психологію, антропометрію і пов'язана з фізіолого-гігієнічними вимогами до знарядь праці, робочого місця і виробничим приміщенням.

Протягом багатьох століть мінялися і удосконалювалися знаряддя праці, мінялися форми взаємодії людини і техніки. Однак протягом тривалого часу, аж до початку нашого сторіччя, функції людини стосовно техніки залишалися принципово тими самими, тобто енергетичними, оскільки для управління технікою людина використовувала в основному свою мускульну силу.

Характерним для такої праці був складний руховий процес, що вимагає витрат значних фізичних сил, високої координації рухів, погодженості, спритності.

Узгодження людини з технікою зводилося лише до обліку анатомічних і фізіологічних особливостей людини і відповідних

вимог до обслуговуваної техніки. Враховувалися, наприклад, зовнішня форма знарядь праці, вплив робочої діяльності на стан організму та ін.

На початку ХХ століття з'явилися нові види трудової діяльності (керування автомобілем, локомотивом, літаком та ін.), які зажадали урахування не тільки антропометричних і фізіологічних якостей людини, але і головним чином її психологічних якостей (швидкість реакцій, особливості пам'яті та уваги, емоційну установку та ін.).

Зміна характеру взаємодії людини і техніки призвела до виникнення нової наукової дисципліни – психології праці. Вона вивчає психологічні особливості трудової діяльності людини і формування в неї професійно важливих якостей для підвищення продуктивності праці. Трудову діяльність людини стали вивчати як у сфері фізіології, так і в сфері психології праці.

Подальший розвиток техніки призвів до того, що в середині ХХ століття виникли серйозні протиріччя між потребами виробництва, що швидко розвивається, і його матеріально-технічною базою, що на певному етапі почала стримувати подальший прогрес виробництва.

Це послужило одним зі стимулів сучасної науково-технічної революції. Основу цієї революції становить широке впровадження автоматизованих систем управління (АСУ), а також комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Таким чином, керування сучасними машинами зв'язано не стільки з фізичними, скільки з розумовими навантаженнями.

Вони пов'язані з необхідністю переробки більших потоків інформації і прийняття рішень. У зв'язку з розвитком техніки можливості людини розширюються, але техніка стає настільки складною, що починають виникати труднощі в управлінні.

З'являється задача узгодження конструкцій машин із психологічними і фізіологічними характеристиками людини. Якою б досконалою не була техніка, її ефективне застосування в остаточному підсумку залежить від діяльності людей, керуючих цією технікою. Тому і виникає необхідність вивчення роботи машин і діяльності операторів у єдиній системі «людина-машина» (СЛМ).

Проблема взаємодії людини і сучасної техніки (проблема

«людина-машина») перетворилася в одну з основних проблем сучасної науки. Ця проблема має багато аспектів.

Найважливіший з них пов'язаний з вивченням процесів інформаційної взаємодії людини і технічних пристроїв. Інженерна психологія і є та наукова дисципліна, що вивчає об'єктивні закономірності процесів інформаційної взаємодії людини і техніки для використання їх у практиці проектування, створення і експлуатації СЛІМ.

Інженерна психологія розглядає діяльність людини і функціонування машини у взаємозв'язку. При цьому підкреслюється провідна роль людини. Не можна правильно зрозуміти відношення «людина–машина», не розглядаючи людини як суб'єкта, а машину – як знаряддя праці. Будь-яка машина, будь-які технічні пристрої є лише засобами для здійснення трудового процесу і створюються для використання їх людиною.

Як самостійна наука інженерна психологія почала формуватися в 40-і роки ХХ століття. Її розвиток як науки пройшов ряд етапів – від акумулювання і аналізу даних про людський фактор для оптимізації окремих технічних засобів контролю і керування, до системного підходу у проектуванні та експлуатації складних людино-машинних комплексів.

Зміна характеру трудової діяльності по-іншому поставила проблему взаємодії людини і техніки. Можливості людини розширилися завдяки розвитку техніки, але техніка, у свою чергу, стає настільки складною, що людині вже важко управляти нею.

2.2 Основні завдання інженерної психології

Інженерна психологія покликана вирішувати дві великі групи взаємозалежних завдань, які в найбільш загальному вигляді можуть бути визначені в такий спосіб.

Як психологічна наука, інженерна психологія вивчає психічні процеси і властивості людини, з'ясовуючи, які вимоги до технічних пристроїв випливають із особливостей людського організму, тобто вирішує завдання пристосування техніки і умов праці до людини.

Як технічна наука, інженерна психологія вивчає пости і пульти керування, кабіни машин, процеси і алгоритми їхнього

функціонування, щоб з'ясувати, які вимоги вони пред'являють до психофізіологічних особливостей водія, тобто принципи проектування з обліком психологічних і фізіологічних особливостей водія. У результаті цього вирішується завдання пристосування людини до техніки і умов праці.

2.3 Мета і завдання хіротехніки

Проблемою відповідності форми елементів і інструмента (пов'язаних з рухами рук людини) вимогам зручностей займається прикладна дисципліна ергономіки – **хіротехніка**.

Системи і органи керування вибираються на основі ретельного аналізу техніко-економічних вимог з урахуванням роду виконуваних ними операцій. Існують **три основні системи керування**: *ручна, змішана і автоматична*.

Органи керування підрозділяють у такий спосіб:

- органи включення і вимикання – кнопки, педалі, рукоятки, важелі і т.п.;
- органи перемикання – рукоятки для різного східчастого перемикання, поворотні штурвали для плавного перемикання, здвоєні і строєні рукоятки, і штурвали для багатоступінчастого перемикання від 180 до 360°;
- органи регулювання – маховики і штурвали для механічного регулювання, мнемонічні рукоятки, кнопки, верньєри для електричного, гідравлічного і пневматичного регулювання. У деяких випадках їх також відносять до органів включення і вимикання;
- органи аварійної дії за формою виконання в основному збігаються з органами включення і вимикання, але вони швидко спрацьовуються в результаті штовхання від себе або вниз, натискання долонею і т.п.

2.4 Вимоги хіротехніки до органів керування транспортними засобами

Органи керування повинні відповідати наступним вимогам хіротехніки:

- бути простими для маніпулювання ними;
- мати погодженість руху органа керування з орієнтацією водія стосовно органа керування;

- розміщення повинне виключати взаємні перешкоди при керуванні;
- сприяти оптимальності прикладеного зусилля;
- забезпечувати найбільшу надійність роботи органа керування навіть при самих несподіваних напрямках руху;
- виключати вплив, що травмує руки і ноги водія;
- при великій кількості однакових органів керування повинна бути забезпечена легкість їхнього розрізнення так, щоб помилки щодо цього були виключені.

Для полегшення керування, зменшення помилок і часу пошуку потрібного органа керування, органи керування рекомендується кодувати формою, розміром, способом виконання дії, кольорами, етикетуванням.

Найбільш ефективно кодування кольорами в сполученні з іншими способами. Рекомендується застосовувати п'ять наступних кольорів: червоний, жовтогарячий, жовтий, зелений, синій. **Зелені кольори** використовують для органів, що включають, керування, **червоні** кольори – що відключають.

На панелі приладів застосовують кілька видів органів керування: кнопки, клавіші, тумblers, рукоятки, важелі, селекторні перемикачі. Форма ручок керування залежить від характеру і режиму роботи водія, від його психофізіологічних і антропометричних особливостей, від загального числа органів керування.

Оптимальна ширина кнопок, розташованих поруч, дорівнює 12,5-18 мм. Відстань між краями рядом розташованих кнопок не повинне перевищувати 5 мм (оптимальна відстань дорівнює $\frac{3}{4}$ ширини кнопки).

Відстань між групами кнопок приймають рівним 200 мм. Зусилля натискання часто використовуваних кнопок дорівнює 140-600 гр, а для рідко використовуваних кнопок – від 600 до 1200 гр.

Глибина утоплювання кнопок не повинна бути однаковою; для часто використовуваних кнопок вона дорівнює 3-5 мм, а для рідко використовуваних – від 6 до 12 мм.

Тумblers повинні відповідати наступним вимогам:

- діаметр ручки тумblersа – від 3 до 12 мм, довжину плеча

- важеля (ручки) – від 12 до 25 мм;
- відстань при горизонтальному розташуванні між тумблерами – не менш 18 мм;
- у двопозиційному тумблері при переході від одного положення в інше середня лінія важеля повинна переміщатися не менш чим на 60°, а в трипозиційному – не менш ніж на 40°;
- при горизонтальному розташуванні тумблерів поворот вправо завжди повинен позначати «Включення», «Більше», поворот уліво – «Вимикання», «Менше».

Важелі, рукоятки і педалі повинні чинити опір 1-2 кг, або 25 % максимального зусилля. Відстань між ближніми краями сусідніх ручок селекторних перемикачів, якщо вони використовуються одночасно, повинна бути не менш 75 мм, а при користуванні тільки однією рукою – не менш 25 мм.

Позиції перемикачів забезпечуються фіксаторами. Максимальний рознос фіксаторів 45°. Компонування і конструювання органів керування має на увазі належне взаємне розташування всіх видів устаткування і його зовнішнє оформлення.

Тут потрібен облік психофізіологічних, гігієнічних і естетичних вимог. Із введенням автоматики великого значення набуває раціональне розміщення великої кількості пристроїв контролю і дистанційного керування.

На рис. 2.1 показані правильні і неправильні конструювання систем керування і конструктивне використання кнопок і тумблерів. На рис. 2.2 наведені приклади форм ручок відповідно до вимог хіротехніки. Конструювання засобів індикації здійснюється з урахуванням зорових, слухових та інших показників, кількість яких з розвитком техніки збільшується.

На рис. 2.3 в якості приклада показані два варіанти рукояток ручного механізованого інструмента, що вимагає від оператора при роботі прикладення додаткових зусиль «вперед» і «вниз». Очевидно, що рукоятка, зображена на рис. 2.3,а, значно краще від зображеної на рис. 2.3, б.

Вона зручніше охоплюється рукою, при цьому не виникає зайвих місцевих тисків на руку на гранях рукоятки, до неї легше прикласти зусилля вниз. Виходить, така рукоятка краща.

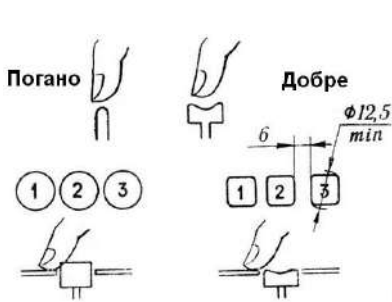


Рисунок 2.1 – Приклади конструктивного виконання кнопок



Рисунок 2.2 – Виконання рукояток згідно вимог хіротехніки

2.5 Способи захвату важелів управління машиною рукою оператора

Параметри руки є антропометричними характеристиками. Розглянемо деякі особливості руки людини, які мають значення при конструюванні органів керування і робочого інструменту.

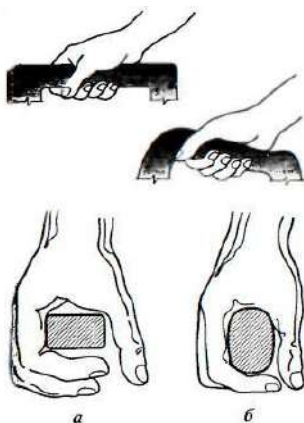
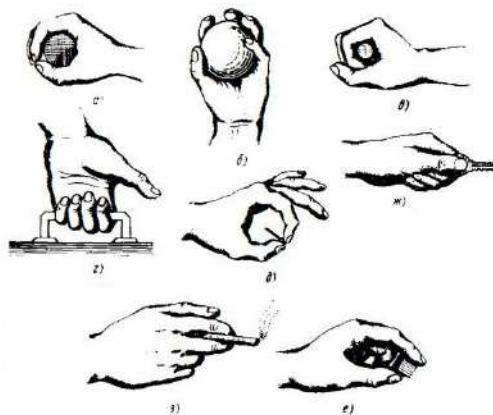


Рисунок 2.3 – Приклади рукояток ручного інструмента



а – циліндричний, б – сферичний, в – захват у кулак, г – захват крючок, д – кінцевий, е – пальмарний, ж – ключевий, з – ножичний

Рисунок 2.4 – Способи захватів

Багато робочих рухів виконуються шляхом маніпуляцій кистю руки, для них потрібно певне просторове положення руки щодо тіла. Варто мати на увазі, що рухливість кисті і пальців у чоловіків і жінок трохи розрізняється: обсяг рухів у суглобах кисті в жінок у середньому на 4 – 6° більше, ніж у чоловіків.

Руки кисті діляться на хватальні і не хватальні. При хватальних рухах (захватах) рукоятка, предмет або його частина втримуються в певному положенні пальцями або долонею.

При не хватальних рухах відбувається контакт пальців або долоні із предметом, при цьому зусилля прикладається в напрямку цього предмета. Такі рухи характерні для роботи на друкарській машинці або клавіатурі комп'ютера, при грі у волейбол, при керуванні яким-небудь об'єктом натисканням кнопок або клавіш.

Способів захвата існує безліч, вибір кожного з них здійснюється людиною часто мимоволі і залежить від форми конкретного предмета, з яким він у цей момент має справу.

Способи захвата можна розділити на силові і точностні. При перших можлива передача значних зусиль, другі повинні забезпечити по можливості точне положення предмета. Крім того, можна класифікувати захвати за ознакою виділення переважної зони долоні, що взаємодіє із предметом.

Деякі способи захвата предметів (рукояток) показані на рис. 2.4.

2.6 Схоплючі захвати

Циліндричний захват (рис. 2.4, а) утворений всією поверхнею долоні і пальців, великий палець протистоїть іншим. Залежно від діаметра захоплюваного предмета великий палець може торкатися середнього або вказівного або не доходити до них. Застосовується при захваті великих рукояток, наприклад черенка лопати, сокириша, бейсбольної біти.

Сферичний захват (рис. 2.4, б) використовується при взаємодії, наприклад, з важелем коробки передач автомобіля або трактора. Залежно від діаметра сфери рука може торкатися її внутрішньою стороною пальців або ямкою долоні.

Захват у кулак, кулачний (рис. 2.4, в) схожий на циліндричний, але застосовується при порівняно невеликому

діаметрі предмета. Великий палець лежить на тильній стороні інших пальців.

Захват-гачок (рис. 2.4, г) застосовується при додаванні тягнучих зусиль до рукоятки, наприклад, важеля стояночного гальма або бортового фрикціону трактора. Утворюється внутрішньою стороною пальців. Великий палець може не брати участь у захваті або «підстраховувати» інші.

Схожий захват використовується при керуванні автомобілем або трактором за допомогою кермового колеса (штурвала) при розташуванні рук у його верхній частині. Захват може бути пасивним, наприклад, при перенесенні важкого предмета, що має рукоятку.

2.7 Кінчикові захвати

Кінцевий захват (рис. 2.4, д) утворюється кінчиками великих і вказівних або середніх пальців при узятті дрібного предмета, наприклад, голки. Іноді його називають чутливим захватом.

Пальмарний захват (від лат. palmaris – долонний, рис. 2.4, е) використовується для втримання олівця, невеликої поворотної рукоятки керування. Великий палець протиставляється двом іншим, звичайно вказівному і середньому, стикаючись із ними внутрішньою стороною кінцевої фаланги. При трохи зміненому положенні середнього пальця таким захватом можна взяти, наприклад, щіпку солі.

Бічні захвати.

Ключовий або ключний (рис. 2.4, ж) – предмет із плоскими поверхнями і невеликою товщиною захоплюється між бічною поверхнею вказівного пальця і великим пальцем. Типовий захват для ключа при повороті його в замку, звідки і одержав назву.

Ножичний захват добре знайомий курцям, таким захватом, наприклад, утримують сигарету. При різних захватах істотно міняються максимальні зусилля, які можуть бути прикладені до предмета або рукоятки. Так, середні значення сили стиску кистьового динамометра в чоловіків 386...455 Н, у жінок – 230-280 Н.

Для деяких ручних органів керування автомобілем і трактором характерні комбіновані рукоятки, у яких, крім

рукоятки, є елемент, що дозволяє блокувати її рух або, навпаки, розблокувати. Така, наприклад, рукоятка ручного важеля стояночного гальма автомобіля. При здавлюванні, її важіль звільняється, і «автомобіль знімається з гальм».

Рукоятки такого роду, розташовані на кермі для керування зчепленням і гальмом, найбільш типові для мотоциклів. Подібні рукоятки характерні для таких інструментів, як гострозубці, плоскогубці, і багатьох інших.

Частини рукоятки розташовані у цих випадках не паралельно один одному, а під деяким кутом, відстань між ними може змінюватися. При цьому максимальна сила здавлювання рукояток також міняється: у міру збільшення ширини хвату вона спочатку збільшується, а потім зменшується.

Дуже важливо правильно вибрати форму рукоятки інструмента чи органа керування. Вона повинна забезпечувати можливо більш щільний контакт із рукою, це дозволяє підвищити точність переміщення рукоятки і пов'язаного з нею інструмента або органа керування. Між елементами руки і рукояткою не повинно виникати місцевих перевантажень, тобто зайво більших тисків.

На додаток до викладеного сформулюємо деякі **специфічні вимоги до рукояток органів управління автомобіля і трактора**, а також до рукояток інструмента, застосовуваного при їхньому обслуговуванні:

- рукоятка повинна бути шорсткуватою для збільшення тертя і виключення зісковзування руки, навіть якщо рука забруднена, наприклад, мастилом;
- поверхня рукоятки повинна бути не блискучою, щоб не створювати відблисків відбитого світла;
- рукоятка повинна бути «теплою» на дотик і мати низьку теплопровідність;
- поверхня рукоятки не повинна бруднити рук, вона повинна бути стійкою до дії застосовуваних в автомобілях і тракторах експлуатаційних рідин і легко відмиватися від забруднень;
- матеріал рукояток не повинен викликати алергійних реакцій.

Питання для самоперевірки

1. Хто вперше запропонував термін «ергономіка»?
2. Що з'явилося причиною виникнення науки «Інженерна психологія»?
3. Коли інженерна психологія сформувалася як самостійна наука і які основні задачі вона вирішує?
4. Що таке хіротехніка?
5. Які вимоги до органів керування висуває хіротехніка?
6. Назвіть основні способи захвату предметів рукою людини.
7. Які вимоги хіротехніки до тумблерів та кнопок приладів?
8. Які вимоги хіротехніки висуваються до рукояток органів управління автомобіля і трактора?

3 АНТРОПОМЕТРІЯ І МАШИНА

3.1 Основні відомості про антропометрію

Кожна людина з особистого досвіду знає, що всі люди розрізняються ростом, комплекцією, поставою, розмірами частин тіла. Кожна людина неповторна, знайти двох абсолютно однакових людей неможливо. Тому перед конструктором, що займається проектуванням автомобіля або трактора, стоїть досить непросте завдання.

Конструктор повинен скомпонувати місця для водія і пасажирів таким чином, щоб забезпечити найбільші зручності для людей будь-якого росту і пропорцій тіла, або хоча б для більшості людей, а для цього необхідно, насамперед, знати реальні величини, що характеризують параметри цих людей. Від цього залежить надійність функціонування всієї системи «людина-машина-навколишнє середовище», тобто безпека на вулицях і дорогах.

Вивченням розмірів людського тіла і його частин займається антропометрія (від грец. *anthropos* – людина і *metreo* – вимірюю). Оскільки всі люди різні, в антропометрії застосовуються статистичні методи. Розміри тіла людини і його окремих частин визначаються антропометричними характеристиками (АХ).

Антропометрія – це система методів дослідження (спеціальних вимірів) будови людського тіла. Сюди входять виміри розмірів тіла, межі рухів частин тіла і сили мускулів. Дані антропометрії використовуються при конструюванні різних виробів для підвищення зручності їхньої експлуатації.

Антропометрична характеристика – це величина, вимірювана в лінійних, кутових одиницях або одиницях маси, що відповідає розмірним характеристикам і характеристикам маси частин людського тіла та взаємного їхнього розташування. Антропометричними характеристиками є, наприклад, ріст людини, окружність голови, довжина гомілки, маса тіла, кути обертання в суглобах і т.п.

Антропометричні характеристики є випадковими величинами, що підлягають нормальному закону розподілу (рис. 3.1-3.2).

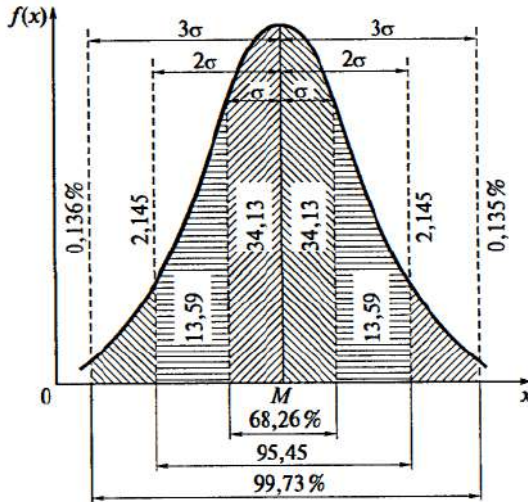


Рисунок 3.1 – Графік нормального розподілу випадкової величини

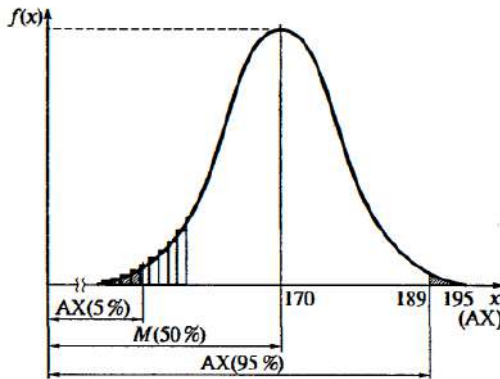


Рисунок 3.2 – Побудова кривої розподілу значень антропометричної характеристики

На графіку нормального закону розподілу випадкової величини по осі абсцис відкладається значення випадкової величини x (стосовно до нашого випадку – числове значення антропометричної характеристики), по осі ординат – $f(x)$ – імовірність появи того або іншого значення випадкової величини (у відсотках або частках одиниці).

Середнє, найбільш імовірне значення випадкової величини – математичне очікування M відповідає максимуму кривої розподілу, її «горбу». Ширина кривої розподілу, її розтягнутість по горизонталі, показує мінливість, варіювання випадкової величини, що характеризується середньоквадратичним відхиленням щодо математичного очікування M . Площі, укладені під ділянками кривої розподілу, показують, яка кількість випадкових величин попадає в ці зони. У зону $\pm\sigma$ щодо математичного очікування M попадає 68,25 % всіх випадкових величин, у зону $\pm 2\sigma$ – 95,45 %, а в зону $\pm 3\sigma$ – 99,73%.

3.2 Поняття «перцентіль»

В антропометрії ймовірність влучення якої-небудь антропометричної характеристики в ту або іншу зону кривої розподілу прийнято оцінювати в перцентілях.

Перцентіль – сота частка обсягу всієї сукупності людей, що піддавалися антропометричним дослідженням. Якщо площу, яка перебуває під кривою нормального розподілу, розділити на 100 рівних частин (відсотків), то вийде відповідне число перцентилів. Кожний з них має порядковий номер. На частку 1-го перцентіля доводиться 1 % всіх результатів спостережень (найменше значення антропометричної характеристики), на частку 2-го – 2 % результатів спостережень (значення антропометричної характеристики трохи більше) і т.п. При нормальному законі розподілу 50-й перцентіль відповідає середній арифметичній величині (математичному очікуванню, моді, медіані).

В антропометрії найбільш характерними є 1, 5, 50, 95 і 99-й перцентілі. Частина розподілу, що знаходиться між 1 і 99-м перцентілями, охоплює 98% усієї сукупності; частина, що знаходиться між 5 і 95-м перцентілями – 90%.

Перцентілі допускають більш реалістичне поняття діапазону розмірів людського тіла, які потрібно брати до уваги при проектуванні, ніж розмах варіативності величин від мінімального до максимального значення в нормальному розподілі.

Граничні значення являють собою випадкове явище, яким для практичних цілей варто зневажити. Якщо зняти по 1 % по обидва боки кривої нормального розподілу, то ці випадкові значення відпадуть і залишаться границі, що охоплюють 98 %

населення.

Рівень репрезентативності – величина, що виражається у відсотках і відповідає частині населення при суцільному доборі індивідів, у якої чисельне значення антропометричної ознаки менше, або дорівнює заданій величині.

Антропометричні дані людини базуються на антропології – розділі анатомії і фізіології, що досліджують біологічну природу людини та її розміри.

Антропологія – означає «наука про людину», вона розглядає людину з біологічної і соціальної точок зору. Фізична антропологія вивчає характеристики тіла окремих людей або груп людей. Деякі з цих характеристик, такі як вага, зріст, є кількісними, а інші – якісними, наприклад, колір шкіри, тип волосся, група крові.

3.3 Фактори, що впливають на вимірювання людського тіла

У проектуванні систем «людина-машина» людське тіло, його структура і механічні функції займають центральне місце. Іноді відсутність незначного простору в кілька сантиметрів може виявитися критичною для водія, може наразити на небезпеку роботу і здоров'я водія і пасажирів.

При належній передбачливості ці критичні сантиметри завжди можна забезпечити без збитку для конструкції машини. Надійні антропометричні дані і методи їхнього обліку є тим необхідним інструментом, що дає можливість оптимізувати розміри багатьох предметів масового виробництва – від кисневих масок до кабін літаків і вантажних автомобілів. У залежності від того, для якого положення роботи створюється устаткування, конструктор повинен погодитися з розмірами проектного об'єкта.

Деякі розміри людського тіла та устаткування можна легко погодити в інтервалі від 1 до 99-го перцентіля. Для інших розмірів потрібно передбачати узгодження в інтервалі від 5 до 95-го перцентіля або для 90 % людей (рис. 3.3).

Звичайно конструктор повинен намагатися створювати такі конструкції машин, що пристосовані для роботи на них мінімум 90 % населення, але повинний прикласти всі зусилля, щоб 95-й

перцентіль міг би задовольнити вимогам 98 % населення або більше, якщо можливо (рис. 3.4).



Рисунок 3.3 – Вплив одягу на розміри людського тіла

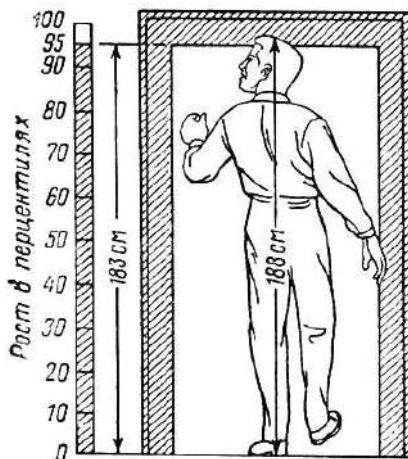


Рисунок 3.4 – Обмеження даних антропометрії

Помилковим є застосування поняття **середня людина**. Єдине правильне рішення – оперування розмірами осіб 5 і 95 перцентилів або 2,5 і 97,5 перцентилів. Крім того, приймаючи до уваги розвиток ергономіки, варто передбачати постійне удосконалювання залежності кузов – людина.

Створення машини в розрахунку на «**середню людину**» є серйозною помилкою. Якщо машина спроектована на підставі даних величин, що відповідають 50-му перцентилеві будь-якої групи людей, то нею зможуть нормально керувати тільки 50% людей з цієї групи.

Наприклад, 50% водіїв більш низького зросту будуть не в змозі дотягтися до органу керування, відстань до якого розраховано на «середнього» водія, що відповідає 50-му перцентилеві.

Часто конструктор стикається з проблемою взаємозалежності розмірів людського тіла. Його може, наприклад, цікавити межа досяжності руки в людей, що відносяться до середнього 90 % зоні, у положеннях стоячи і сидючи, або при заданому жорстко

обмеженому просторі для колін, який буде рівень очей (у положенні сидячи) для людей з короткими ногами, самостійно керуючих устаткуванням.

При відсутності відомостей про специфічний розмір (наприклад, висота западини спини над сідницями) конструкторові знадобиться довідатися, як можна приблизно визначити ці розміри з наявних даних про зріст і вагу.

На щастя, між зростом і довжиною тіла і між вагою і шириною тіла, а також товщиною є досить тісні взаємозалежності, що дозволяють приблизно характеризувати групи людей (але не окремих індивідів).

3.4 Кореляційні таблиці

Кореляційні таблиці показують кількість або відсоток людей, розташованих у відношенні розміру А, що приходяться на кожне значення розміру Б, тобто де і у якому ступені розмір Б змінюється в залежності від розміру А.

Наприклад, кореляція між вагою тіла і шириною стегон (сидячи). Конструктор може знайти по цих таблицях кореляцію між розмірами людського тіла для будь-якої групи людей, для якої складені такі таблиці.

Антропометричні характеристики можна умовно розділити на статичні і динамічні. Умовно – тому що всі антропометричні характеристики визначаються в статиці, при незмінній позі обстежуваного.

Під статичними антропометричними характеристиками ми будемо розуміти лінійні або кутові величини, що характеризують розміри частин тіла людини, а під динамічними – лінійні й кутові розміри, що характеризують кути обертання в суглобах, зони досяжності при різних позах людини і т.п.

Статичні антропометричні характеристики використовують для визначення загальних розмірів робочого місця оператора, розташування і розмірів сидіння, органів керування та інших параметрів; динамічні антропометричні характеристики – для призначення амплітуди робочих рухів важелів, педалей та інших органів керування, визначення зон досяжності при різних положеннях тіла людини і т.п. Основні антропометричні характеристики приведені на рис. 3.5.

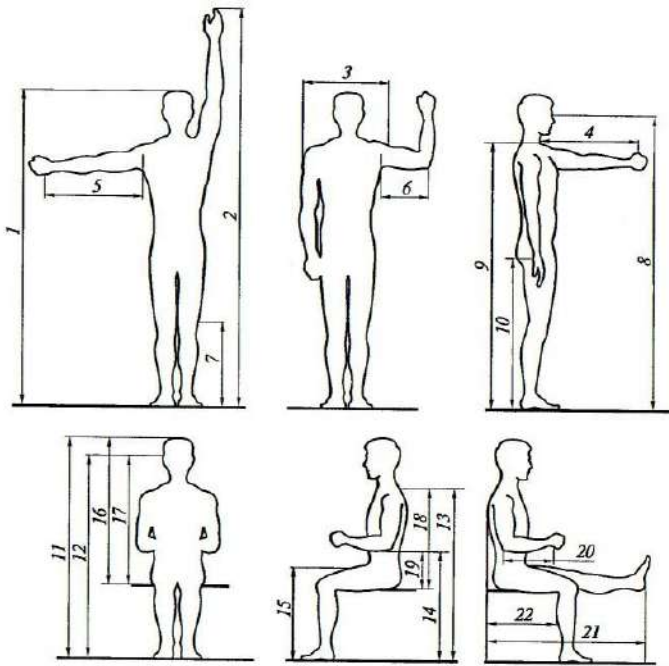


Рисунок 3.5 – Основні антропометричні характеристики

Деякі динамічні антропометричні характеристики, пов'язані з кутами обертання в суглобах (амплітуди робочих рухів), показані на рис. 3.6.

Крім кінематичних характеристик рухів людини, велике значення мають тимчасові характеристики, тобто час, що проходить від одержання людиною-оператором сигналу (наприклад, відхилення стрілки якого-небудь приладу на панелі) до приведення в дію відповідного органа керування. Визначити цей час можна при наступних випробуваннях.

Випробувана людина повинна з можливо максимальною швидкістю виконати той або інший робочий рух (нажати кнопку, пересунути важіль, повернути штурвал і т.п.) у відповідь на відомий їй, але раптовий сигнал (спалах сигнальної лампи, різкий звук). Час реакції складається з латентного періоду і часу моторної (рухової) відповіді.

Латентний (прихований) період – це час від моменту виникнення якого-небудь подразника до появи відповідної реакції організму.

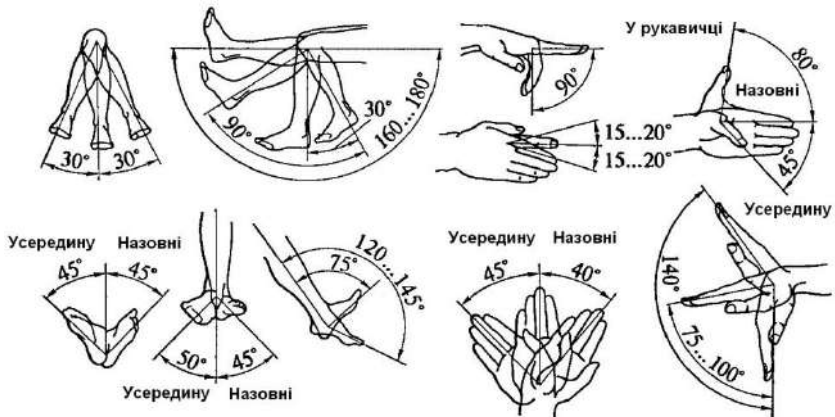


Рисунок 3.6 – Амплітуди руху деяких частин тіла

Повний час реакції – період між моментом виникнення сигналу (зміна сигналів світлофора, початок звукового сигналу) і закінченням керуючої дії по цьому сигналу (натискання педалі, перемикання тумблера, поворот рукоятки) – визначається сумою трьох складових:

- латентний період реакції;
- час руху руки або ноги до органа керування (рухова складова);
- час подолання вільного ходу органа керування.

Рухова складова часу реакції залежить від того, які саме рухи повинні відбуватися для керуючого впливу. Можна вважати, що переміщення руки до органа керування відбувається зі швидкістю 0,35 м/с, згинання або розгинання руки – 0,7...1,7 м/с. Час простого руху ногою або ступнею 0,36 с, а зі значним зусиллям – у два рази більше.

Час на подолання вільного ходу органа керування оцінюється для кожного конкретного випадку, але в більшості випадків конструктор намагається звести його до мінімуму.

Більш швидкими рухами є рухи:

- у напрямку до тіла;
- у вертикальній площині;
- зверху вниз;
- праворуч ліворуч;
- обертальні з великою амплітудою.

Менш швидкі рухи:

- від тіла;
- у горизонтальній площині або під кутом до неї;
- знизу нагору;
- ліворуч праворуч;
- поступальні з невеликою амплітудою.

Найменший час потрібно для руху пальцями. Якщо прийняти його за одиницю, то для руху кисті буде потрібно вдвічі більше часу, на рух кисті й пальців – втричі, руки в плечовому суглобі – у чотири рази більше. Нахил корпусу і підйом його із цього положення вимагає сімнадцяти одиниць часу.

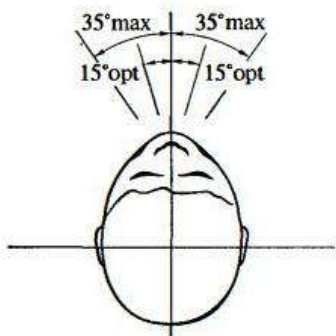
Динамічними антропометричними характеристиками є також зони видимості, причому ці зони можуть визначатися при незмінному положенні голови (оглядовість обумовлюється тільки рухом очей) або при поворотах і нахилах голови.

На рис. 3.7 наведені зони видимості, досяжні з урахуванням повороту голови убік погляду. Оптимальна (нормальна) лінія погляду відповідає мінімальній активності м'язів потилиці, а отже, найменшій стомлюваності людини при даній робочій позі.

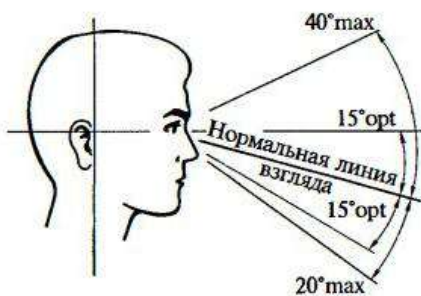
Зони видимості на рис. 3.7, побудовані з урахуванням зменшення чутливості ока від центра поля зору до периферії.

Центром поля зору називається точка, на яку спрямований зосереджений погляд. Якщо світловий сигнал перебуває на периферії поля зору, то латентний період рухової реакції збільшується. Однак периферичний зір більш відчутний до слабких і світлових рухливих сигналів.

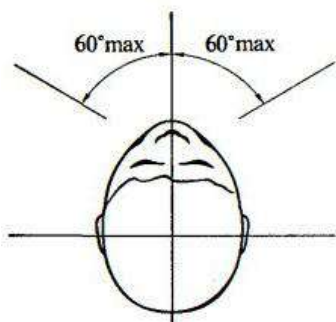
При надходженні такого сигналу, людина переводить на нього погляд для детального аналізу. У межах поля зору постійно відбуваються мікрорухи очей, причому ці рухи відбуваються стрибками. Час кожного такого стрибка – соті частки секунди. Час перекладу погляду з однієї точки простору до іншої залежить від кутової відстані між цими точками і від маршруту руху погляду.



a



б



в

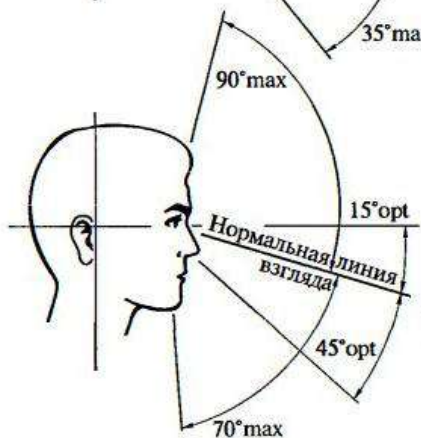
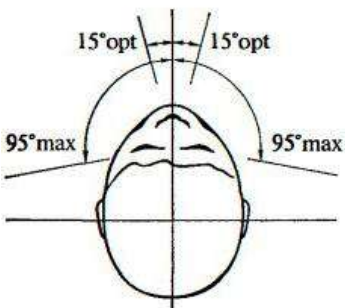
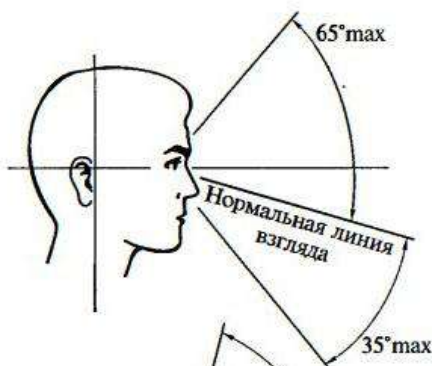


Рисунок 3.7 – Зони видимості у вертикальній та горизонтальній площинах при повороті (а – тільки очей, б – тільки голови, в – голови і очей)

За рахунок мікрорухів очей відбувається пошук предмета, зчитування показань приладу, упізнання предмета.

Для виконання цих функцій оптимальна зона, обмежена кутом приблизно 15° униз і вправо – вліво від нормальної лінії погляду. Динамічні антропометричні характеристики, зокрема зони досяжності, часто визначаються не тільки розмірами частин тіла людини, але й швидкістю та точністю рухів рук у цих зонах.

Це правильно з погляду практики, а формальні зони досяжності варто розуміти як зони раціонального розташування органів керування. При роботі в положенні стоячи межі зон досяжності збільшуються на 100...200 мм, тому що оператор може в більш широких межах переміщати корпус.

Питання для самоперевірки

1. Що вивчає антропология?
2. Що таке антропометрія?
3. Яку роль у художньому конструюванні грають антропометричні, фізіологічні показники?
4. Що таке перцентиль?
5. Що таке рівень репрезентативності?
6. У чому складається помилковість поняття «середня людина»?
7. Для чого необхідні кореляційні таблиці?
8. Перерахуйте фактори, що впливають на розміри людського тіла.
9. Як розподіляються антропометричні характеристики?
10. Що таке латентний (прихований) період?

4 ОСНОВИ ХУДОЖНЬОГО КОНСТРУЮВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

4.1 Теорія промислового дизайну

Дизайн (від англ. design) – це художньо-конструкторська діяльність у промисловості, що охоплює творчу діяльність дизайнера (художника-конструктора), методи і результати його праці, умови їхньої реалізації у виробництві. Ціль дизайну – створення нових видів і типів промислових виробів високого технічного рівня, зміст і форма яких відповідають вимогам суспільної користі, зручності експлуатації і краси.

Формоутворення в техніці багато в чому визначається особливим, тільки їй властивим характером зв'язку розроблювального об'єкта і людини, функціональними процесами, впливом конструкції на форму і навпаки. Форма промислового виробу, її доцільність і краса, її зв'язок з людиною і матеріальним середовищем – головний об'єкт роботи художника-конструктора. Створюючи нову форму, дизайнер враховує три основних аспекти: функціональний, конструктивний і естетичний.

Теоретичною основою промислового дизайну є технічна естетика. Одним з найважливіших розділів технічної естетики є теорія композиції. Композиція це мистецтво групувати елементи і властивості конструйованого виробу для досягнення його цілісної та виразної форми.

Цілісність форми промислового виробу відбиває логіку та органічність зв'язку конструктивного рішення з його композиційним втіленням. Композиційно організована форма впливає на людину в процесі утилітарного споживання виробу, в процесі роботи. Промислові вироби, створені художником-конструктором тільки на підставі відпрацьовування їхньої зовнішньої форми і такі, що не йдуть від конструктивної основи, часто не знаходять застосування.

Вивчення механізму сприйняття форми дизайнером досить корисно у творчому плані, оскільки допомагає розкрити сутність професійної інтуїції. Звичайно емоційний аналіз іде за наступною схемою: первісне враження про форму виробу -> судження про

неї -> аналіз композиції на основі теорії будови форми -> висновки та остаточне рішення про форму.

Для досягнення композиційної цілісності форми художник-конструктор повинен підпорядковувати основні формотворні елементи виробу. Композиційна рівновага – це такий стан форми, при якому всі елементи виробу збалансовані між собою.

4.2 Спільна робота дизайнера і інженера-конструктора

Розробку художньо-конструкторського проекту повинні вести, як правило, художньо-конструкторське бюро або художньо-конструкторська група.

Зразковий склад групи може бути наступним: головний художник конструктор (дизайнер), який повинен бути заступником головного інженера або конструктора; один – два або більше художники-конструктори (інженер-технолог, інженер-економіст, консультант по ергономіці та ін.). При проектуванні ряду виробів, дизайнер може бути керівником проекту і нести за нього всю повноту відповідальності.

Дизайнер надзвичайно рідко є автором проекту виробу – майже завжди він виступає як член великого творчого колективу. Це зовсім природно, тому що процес пошуку форми автомобіля проходить у безперервному зв'язку з пошуком конструкції автомобіля.

Дизайнер, проектуючи предметний світ для людини, орієнтується на цілісні і соціально-конкретні образи життєдіяльності, що моделюються їм за допомогою художньої уяви. У той же час він повинен уміти мислити категоріями техніки і говорити з інженером на одній професійній мові.

Дизайнер повинен працювати у творчому колективі в співробітництві з інженерами-конструкторами, ученими, технологами, економістами, лікарями, знаходити доцільні рішення виробів, прогресивних не тільки по зовнішньому вигляду, але і за структурою, її комплексним даним.

Він повинен уміти вести поточне і перспективне проектування, здійснювати творчий пошук на основі наукових, технічних і художніх ідей, уміти не тільки виконувати загальні рішення в ескізі і технічному проекті, але і доводити його до робочих креслень, шаблонів, вибираючи найбільш економічне

рішення, що забезпечує високу художню якість автомобіля.

Дизайнер повинний не тільки мати достатні знання в спеціальних галузях (техніці, економіці, естетиці), але і професійно володіти засобами композиції, добре розбиратися в закономірностях будови об'ємно-просторових структур, архітектоніці, тектоніці, комбінаториці формоутворення, уміти пропорціонувати і уміло використовувати ритм, масштаб, контрастні і нюансні співвідношення, правильно застосовувати колір і тональні співвідношення. Те, що повинен робити інженер-конструктор, технолог, ергономіст, не входить в обов'язки дизайнера, однак і в цих питаннях він повинен бути досить знаючим.

Роль інженера-конструктора є досить відповідальною, особливо на першому етапі проектування. Він першим приступає до розробки виробу, він першим веде творчий діалог конструктор-дизайнер.

Від інженера вимагають, щоб спроектована їм машина забезпечувала б задані швидкості механізмів, що відповідає ККД та інші технічні якості, але не вимагають, щоб структура цієї машини задовольняла естетичні смаки замовника – це завдання дизайнера.

Однак необхідно враховувати, що практична присутність двох фахівців у проектуванні – дизайнера та інженера – не означає наявності твердого обмеження їхніх сфер творчої діяльності. «Проектний діалог» специфічний для творчої діяльності, як інженера, так і дизайнера.

Різниця полягає лише в тому, хто з фахівців більш кваліфікований для вирішення того або іншого специфічного завдання. У кожному конкретному випадку формування творчого колективу проектувальників, ефективність їхньої роботи залежить від гармонічної єдності усвідомлених сфер компетентності, що обумовлює лідируючу роль того або іншого фахівця.

4.3 Технічна естетика та її вимоги

Технічна естетика виникла в епоху індустріальної культури як відповідь на зростаючі запити сучасного суспільства. На всіх стадіях еволюції людського суспільства, у міру переходу людей

до вищих сфер діяльності, спостерігається процес поступового ускладнення життя, що приводить, у свою чергу, до все більшої і більшої спеціалізації.

У цей час існує ряд галузей науки, які не існували кілька десятків років тому. Те ж саме можна сказати і про промисловість. На перших етапах розвитку промислового виробництва не відчувалося ніякої необхідності в художнім конструюванні. Було вже достатнім, що робота, яка виконувалася новими машинами, була продуктивніше ручної праці.

Лише пізніше до промислових виробів почали пред'являтися нові вимоги, що ведуть до підвищення виробничих стандартів. На перших етапах, підвищення виробничих стандартів зводилося до явного поліпшення експлуатаційних якостей, але поступово, у міру вдосконалювання виробів, підвищення виробничих стандартів стало поширюватися і на фактори, що визначають зовнішній вигляд виробів.

Вимоги естетики, згідно яким кожний виріб машинобудування, і зокрема автомобіля, повинен мати гарний зовнішній вигляд, органічно пов'язаний із призначенням виробу, стали особливо сильно проявлятися у зв'язку зі збільшенням обсягу виробництва й посиленням конкуренції між багатьма виробниками однакових виробів.

Досвід і спостереження показують, що гарний зовнішній вигляд машини або інструмента, який не погіршує їхніх експлуатаційних якостей, не тільки полегшує збут даного виробу, але й забезпечує краще поводження з ним.

Надійність, і ефективність роботи водія транспортного засобу багато в чому визначається тим, наскільки вдало і повно в структурі й конструкції автомобіля інженерами враховані та реалізовані конкретні вимоги відносно прийому інформації, оцінки стану регульованих об'єктів, переробки інформації, що впливають із психофізіологічної сутності трудової діяльності людини.

При цьому ставиться мета зробити автомобіль більш зручним в експлуатації, більш комфортабельним, знизити до мінімуму негативний вплив умов праці на нервову систему водія і його працездатність.

Проектована машина під час роботи не повинна створювати

надмірного шуму і не викликати вібрацій (вище припустимих норм), концентрація виділюваних шкідливих газів при роботі повинна бути в межах припустимих норм.

Перераховані естетичні, психологічні і фізіологічні фактори тісно взаємозалежні, переплітаються й доповнюють один одного. Тільки таке рішення конструкції автомобіля, у якому враховані одночасно всі ці фактори й вимоги, забезпечує правильність конструкції.

Ці нові вимоги при створенні промислових виробів привели до організації інститутів, спеціальних шкіл і конструкторських бюро по художньому конструюванню, тому що вони вже не могли бути задоволені інженерами, які не мають фахової освіти.

Таким чином, **технічна естетика** – це теорія художньої творчості в промисловості, що вивчає, з одного боку, природу, закономірності розвитку, проблеми творчого методу в художньому конструюванні й, з іншого боку, що займається дослідженням широкого кола проблем, пов'язаних із практичними запитамі людини-споживача, таких як асортименти і типаж виробів, зручність експлуатації, облік ергономічних вимог і т.п.

Технічна естетика як наукова дисципліна вивчає комплекс проблем, що виникають при аналізі зв'язків і відносин системи «людина-машина». Результатом їхніх досліджень повинне з'явитися розуміння сутності проектування функціонально доцільних, технічно зроблених, економічно виправданих і естетично виразних конструкцій автомобіля. При цьому особливо важливим стає вивчення тих властивостей автомобіля, які проявляються в процесі його експлуатації.

Що закладають у конструкцію автомобіля при його проектуванні і виробництві, ці властивості залежать від безлічі причин і умов – технологічних, соціально-культурних та інших. Сукупність таких властивостей виступає як кінцева мета створення автомобіля головний критерій оцінки його якості споживачем.

До найважливіших споживчих властивостей автомобілів відносяться: суспільна доцільність, їхня відповідність призначенню, зручність експлуатації й ремонту, естетична значимість.

Комплекс вимог технічної естетики і сукупність споживчих властивостей виробів можна умовно розділити на чотири групи: **соціальні, утилітарно-функціональні, ергономічні та естетичні.**

Кінцевий критерій оцінки відповідності транспортних засобів вимогам технічної естетики – це результат зіставлення величини корисного ефекту споживання речі і сумарних матеріальних витрат.

Соціальні вимоги. Автомобілі, як суспільні предмети, повинні відповідати – законам соціальної дійсності, тобто повинні бути корисні, зручні, гарні. Ця група властивостей, насамперед, повинна привертати увагу художників-конструкторів і інженерів-конструкторів, тому що створення гарних автомобілів є основним їхнім завданням.

Художнє конструювання не ціль, а засіб, що забезпечує зв'язок між споживанням і виробництвом. Проміжними моментами в цій системі виявляються сфера розподілу й торгівля. У підсумку загальна модель предметної діяльності включає чотири взаємозалежні сфери – проектування, виробництво, розподіл, споживання.

Функції автомобілів у суспільних процесах різні. Кожний автомобіль може виступати, щонайменше, у чотирьох ролях:

- проект-ідея;
- продукт виробництва;
- товар;
- предмет споживання.

Автомобіль народжується у вигляді проекту, створеного проектувальником; знаходить матеріальну форму, стає промисловим виробом у результаті праці дизайнера, інженера, робітника, потім, ставши товаром і пройшовши через руки продавця, попадає до споживача і перетворюється у предмет споживання.

Таким чином, продукт праці перестає бути простим природним тілом, обробленим знаряддям праці, і стає предметом споживання, що володіє сукупністю корисних властивостей.

У сфері товарного обігу вирішальну роль грає споживчий попит, що прямо залежить від асортиментів і якості товарів. Орієнтація дизайнерів і інженерів на рішення економічних

завдань – найважливіша умова їхньої успішної діяльності.

Художньо-конструкторська та інженерна практика впливає на економіку країни в такий спосіб: від підвищення якості промислової продукції – до поліпшення товарообігу на внутрішньому ринку і підвищенню конкурентоздатності вітчизняної продукції на зовнішньому ринку й далі – до зміцнення економічного потенціалу країни.

Урахування цієї обставини становить одне з найважливіших вимог технічної естетики. У цьому змісті художньо-конструкторську і інженерну практику можна вважати *сферою виробництва якості* промислової продукції.

Утилітарно-функціональні вимоги. До утилітарно-функціональних вимог можна віднести: вимога володіння виробом такою же будовою і формою, що відповідала б анатомії і фізіології людини, а також такими властивостями і якостями, які робили б їх дійсно необхідними для людини.

Так, використання засобів транспорту може бути розглянуте із двох позицій: з погляду пасажирів, що перебувають в автобусі, зручність посадки, комфорт поїздки й результати поїздки, і з погляду водія – це зручність керування, гарний огляд дороги й салону автобуса. Тому залежно від того, якими функціями повинен володіти конструйований автомобіль, визначається комплекс соціально-функціональних вимог технічної естетики до цього автомобіля.

Ергономічні вимоги. У цей час ергономіка представляє досить розгалужену науку, що має власний предмет і методи дослідження. На підставі ергономічних досліджень розробляються вимоги по обліку «людського фактора» при проектуванні різних автомобілів. Єдність ергономічних і художньо-конструкторських рішень – важлива умова успіху проектування, повною мірою відповідає вимогам «людського фактора». Вирішити багато практичних завдань, що виникають при цьому, ергономіка може тільки в процесі художнього конструювання.

Естетичні вимоги. Розглянемо, яким принципом повинні керуватися художник-конструктор і інженер, щоб створювані ними автомобілі були виразні, гармонічні, естетично досконалі.

4.4 Основні напрямки художнього конструювання автомобілів

Дизайнер, що намагається виявити риси естетики при аналізі конкретних моделей автомобілів, зустрічається з певними труднощами. Спроба виділити «красу» у чистому виді без «механічних домішок» звичайно кінчається невдачею.

Краса залишається невловимою. Вона або розчиняється в поняттях раціональності, зручності, технічної досконалості, або стає канонізованим елементом форми, стильовим шаблоном. Секрет взаємозв'язку користі й краси може бути розкритий лише шляхом дослідження законів творчості, процесів виробництва й споживання навколишньої людини речей, виникнення естетичного ідеалу.

Художник, інженер, архітектор повинні в першу чергу задовольняти соціально-економічним, функціональним, конструктивно-технічним, ергономічним і іншим вимогам. Вони повинні мати розвинене почуття краси й володіти професійними навичками побудови форми; урахувати при цьому вимоги стилю, моди естетичного ідеалу.

Існує краса, яку не створює рука художника – це краса природи, що виникає на основі об'єктивних законів формоутворення, як відбиття внутрішньої гармонії миру. Перед нами часом відбувається дивне перетворення конструктивно-технічних і функціональних виробів в естетично виразні властивості. При цьому головним творцем такої утилітарної краси виявляється інженер, який проектує за науково-технічними законами таку річ, що представляє собою відбиття законів природи.

Таким чином, **художнє конструювання** – це невід'ємна складова частина процесу проектування промислових виробів, призначених для безпосереднього використання людиною. Художнє конструювання забезпечує зручність користування предметом, максимальна відповідність умовам експлуатації, створення гармонічно цілісної форми й високих естетичних якостей.

Художнє конструювання та інженерне конструювання – становлять взаємодіючі сторони єдиного процесу проектування

промислових виробів. А у свою чергу **художник-конструктор** (дизайнер) – фахівець, що веде в колективі проектувальників художнє конструювання промислових виробів.

На відміну від художника-оформлювача, який лише зовні прикрашає виріб, і інженера-конструктора, який веде розробку його конструктивно-технічних основ, художник-конструктор відповідає за зручність експлуатації, раціональність компонування, цілісність форми й красу виробу.

Чим талановитіше та досвідченіше дизайнер, тим більше професійні його ескізи і тим більш складні завдання компонування автомобіля він може вирішити, опираючись на вміння мислити не просто «картиною», а змістовною формою, що несе в собі рішення складного комплексу технічних і утилітарних завдань.

Дизайнер, інженер ніколи не повинні іти на компроміс при проектуванні, вони повинні шукати й знаходити оптимальну форму – зручну й гарну. Техніка і функція, матерія й технологія стають творчими співучасниками естетичної діяльності дизайнера та інженера.

4.5 Поняття «Стайлінг»

Слово **стайлінг** – англійського походження, воно означає стилізацію, штамп, імітацію, маніпулювання готовими елементами форми, що зустрічаються в дизайнерській практиці.

Головне, що керує художником-конструктором у пошуках вирішення, – це помітність форми, її особлива екстравагантність і постійна новизна. «Стайлінг» одержав велике поширення в 20-30-х роках ХХ ст. у капіталістичних країнах, у період кризи, що вибухнула, коли було потрібно будь-якими засобами завоювати споживача. Художники, притягнуті в промисловість, сприяли збутові продукції.

Стайлінг досить давно вважається одним з головних засобів відкритого комерційного проектування. У міру того як дизайн стає усе старше, а сучасна техніка накопичує усілякі формальні вирішення, складніше здається зв'язок між формою і функцією речі.

Можна припустити, що в той час, коли справжніх добутків дизайну було ще мало і вони програмно протиставлялися стихії

випадкового і узятих з минулого форм і зразків, свідомо позаобразність сприймалася як сутність дизайнерської професії, націленої на створення базових, не асоціативних предметних форм.

Стилізації або стайлінгові, при такому підході, до речі, не залишалось місця. Тому традиційно поняття «стайлінг» відбиває негативне відношення до будь-яких відхилень від справжнього або гарного дизайну.

Питання для самоперевірки

1. Який існує зв'язок між дизайном, технічною естетикою і процесом проектування автомобіля або трактора?
2. Що входить в обов'язки дизайнера?
3. У чому полягає спільна робота дизайнера й інженера конструктора?
4. У чому полягає процес художнього конструювання виробу?
5. Яким повинен бути основний склад художньо-конструкторського бюро або зразковий склад групи?
6. Вкажіть основні обов'язки інженера-конструктора в процесі його спільної роботи з дизайнером.
7. Що таке стайлінг?
8. Які історичні причини виникнення стайлінгу?
9. У чому полягає відмінність дизайну від стайлінгу?
10. У чому полягає функціональний і композиційний аналіз виробів?

5 РОЗРОБКА ЗОВНІШНІХ ФОРМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

5.1 Засоби композиції, види і особливості форм транспортних засобів

Засоби композиції. Основними засобами композиції є: пропорції, симетрія і асиметрія, статика і динаміка, тектоніка, об'ємно-просторова структура, масштабність, ритм, акцент, нюанс, кольори, контраст.

Пропорції. Під пропорціями в технічній естетиці розуміють домірність елементів, систему відносин частин форми предмета між собою й із цілим, що надає йому гармонійну цілісність і художню завершеність.

Форма майже завжди зримо розчленовується на частини, які за звичайно є подібними. Це надає формі певну стрункість. У техніці ступінь обумовленості форми конструкцією значна. Важко уявити собі пропорціональність автомобіля і трактора до визначення їхнього типу, колісної формули, кінематики і схеми привода.

Після уточнення конструкції за допомогою розрахунків, визначення габаритних розмірів складальних одиниць і деталей дизайнер може уявити собі форму і уточнити розмірні співвідношення головних елементів об'ємно-просторової структури.

Стадії інженерного відпрацювання конструкції, передують відпрацюванню форми, у результаті чого пропорції автомобіля і трактора є похідними від їх інженерного компонування. Пропорційний лад, домірність частин і цілого служать важливою перевіркою технічної досконалості конструкції. Варто визнати, що пропорції багато в чому складаються об'єктивно – вони пов'язані з основою конструкції.

У художньому конструюванні часто користуються модульними пропорціями, або пропорціями кратних відносин. Їх можна застосовувати, якщо в основі пропорційного ладу лежить умовна одиниця, називана модулем. При проектуванні конструкцій для гармонізації розмірів елементів часто використовують арифметичну або геометричну прогресію.

Співвідношення розмірів знаходять за допомогою математичних розрахунків або геометричних побудов.

5.2 Симетрія і асиметрія

Під симетрією розуміють такий порядок у побудові форми, при якому дотримується домірність, пропорційність і розташування частин і цілого щодо осової лінії, центра. Розрізняють осову, дзеркальну і центральну симетрії. Всі вони використовуються в автомобіле- і тракторобудуванні.

За законом симетрії організують види автомобілів і тракторів попереду, зверху й позаду. Абсолютної симетрії в природі практично не існує. У техніці ж широко використовується відступ від симетрії, що викликано умовами роботи і функціонування машин.

Досить складно вирішувати проблему симетрії машинно-тракторного агрегату (МТА). Відступ від симетрії не завжди дезорганізує форму. Трактор як елемент, що входить у систему МТА, не повинен мати завершену форму.

Поява асиметричного елемента в результаті раціонального компоновання, за умови органічного зв'язку з іншим обсягом, і досягнута композиційна рівновага, дозволяють одержати симетричну в цілому композицію.

Під асиметрією в технічній естетиці розуміють такий порядок у формі, при якому строго дотримується врівноваженість мас щодо головного елемента композиції. У трактора, як уже говорилося, такими елементами є ходова частина (рушій) і система навішення.

Зрівноважування мас трактора повинне здійснюватися з урахуванням агрегатованої машини, щодо поздовжньої бази, обумовленої положенням рушіїв. Порушення закономірності рівноваги мас при асиметрії, призводить до порушення закономірностей тектоніки і ритму.

5.3 Статика і динаміка

Під статикою розуміють підкреслений стан спокою, непорушності, стійкості форми у всьому її ладі. Під динамікою розуміють підкреслене у формі вираження однієї спрямованості, вторгнення в простір. Для динамічних композицій характерна

явна асиметрія – деяка напруженість і в геометричному ладі форми.

У статичних об'єктах вісь або площина симетрії є одночасно головною віссю композиції. Зовнішня форма транспортних засобів що рухаються (автомобілів, літаків, судів і т.п.), як правило, асиметрична. При цьому головна вісь їхньої композиції підлегла напрямку руху.

Динамічність є важливою якістю композиції стосовно до колісного транспорту. Форму активно односторонньо спрямовану, що як би вторгається в простір, прийнято називати динамічною.

Якщо динамічність яскраво виражена, вона може стати головною якістю, що визначає композицію. Рівність розмірів тіла по трьох просторових координатах характеризує відносну статичність форми. Контраст у цих співвідношеннях створює при зоровому сприйнятті ефект динамічності в напрямку переважної розмірності, наприклад довжини.

Динамічна форма властива швидкісним автотранспортним засобам, до числа яких варто віднести легкові автомобілі, у першу чергу спортивно-гоночні, міжміські автобуси, магістральні автопоїзди. Побудова їхньої динамічної форми значною мірою визначається законами й вимогами аеродинаміки.

5.4 Тектоніка

Під тектонікою розуміють зрине вираження у формі конструктивної основи, несучої здатності, стійкості предмета і його окремих частин.

Під конструктивною основою розуміють роботу несучої частини конструкції, характер розподілу головних зусиль, співвідношення мас, організацію конструкційних матеріалів і т.п. Форма повинна чітко відбивати всі ці особливості конструктивної основи.

На практиці доводиться часто зустрічатися з машинами, форма яких відбиває ці особливості частково або помилково. Наприклад, великий елемент трактора виглядає напруженим у той час – як він не несе великих навантажень.

До числа таких прикладів можна віднести козухи, що обгороджують, які часто необгрунтовано виглядають як

елементи, що працюють під навантаженням. Закономірність тектоніки не може використатися дизайнером поза зв'язком з матеріалом, використовуваним для виготовлення елементів конструкції, і технологічними прийомами виготовлення.

Художньо-образна структура предмета, утворена з композиційно зв'язаних елементів конструкції, являє собою тектонічну систему. Законом тектонічної системи є стильова єдність.

5.5 «Золотий перетин»

Око сприймає форму без зусиль, якщо складові її відрізки, поверхні та обсяги, незначно відрізняються по розмірах. Тому в композиції всякого спорудження необхідна певна пропорційність. Досвідом встановлено, що однією з найбільш сприятливих для сприйняття – є пропорція так названого «золотого перетину».

Пропорція «золотого перетину» – це розподіл відрізка на дві частини в крайнім і середнім відношенні, які перебувають у такій залежності:

$$\frac{b}{a} = \frac{a - b}{b} = 0,618, \quad (5.1)$$

де a – довжина всього відрізка;

b – його більша частина.

«Золотому перетину» відповідають пропорції спорудження класичної архітектури, деяких рослин, будова спіралей раковини та ін. Така пропорційність зручна для зорового сприйняття. Око легко зіставляє відрізки, фігури, тіла, розміри яких відносяться як 0,618:1, у той час як при меншій, або більшій різниці в розмірах утрудняється зіставлення.

Зіставлення відрізків, ліній, обсягів та інших елементів композиції повинне протікати в певній послідовності, щоб око при спостереженні робило плавний, а не стрибкоподібний рух.

Різко відмінна побудова вирізів у боковині для передніх і задніх коліс, та основної контурної лінії кузова, сприймається оком як некрасиве, а побудова по одному принципі створює необхідну гармонію. Але повторення в загальній формі ліній того

самого характеру легко сприймається тільки доти, поки воно не стає монотонним.

5.6 Масштабність

Під масштабом у технічній естетиці розуміють зіставлення характеристик предмета з яким-небудь фіксованим розміром тіла людини. Масштабність варто віднести до числа факторів, що гармонізують проектування виробів, у тому числі автомобіля і трактора. Масштабність є відбиття підходу до проектування предмета, коли його розміри перевіряються по людині (рис. 5.1).

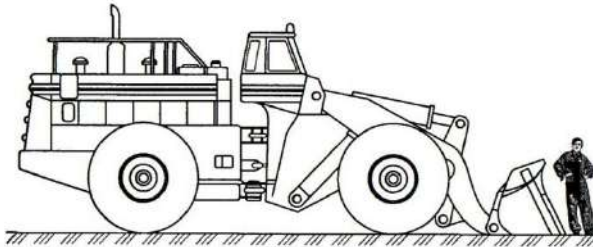


Рисунок 5.1 – Співвідношення масштабів людини і трактора

Масштабними характеристиками в автомобілі і тракторі володіють елементи їхньої конструкції й форми, що мають безпосереднє відношення до людини. Вони називаються носіями масштабу. До їхнього числа відносяться кузови, кабіни, сидіння, двері, вікна, фари.

Масштабність у техніці проявляється по-різному. Неприпустимо надмірне дроблення форми, тому що це утрудняє угруповання розчленованих елементів у ціле через розсіяне увагу людини. При зосередженні в полі зору більше семи фігур, настає межа, при якій жодна з них не сприймається як окрема. Важливо серед елементів конструкції автомобіля і трактора виділити головні, які займають композиційне центральне місце.

У цій якості можуть виступати ходова частина і начіпна система трактора. Перша символізує тягу, а друга – вантажопідйомність. При зоровому сприйнятті форми автомобіля і трактора, їх композиції, людина зіштовхується з явищем ракурсу.

Промальовування автомобіля і трактора в різних положеннях, створення макетів, дозволяють уникнути помилок та непродуктивних витрат часу при їхньому проектуванні. Таким чином, масштаб є важливим засобом композиції, що організує форму автомобіля і трактора. На стадії компонування, що дозволяє хоча б у самому загальному вигляді представити форму машини, інженер-конструктор приступає до її пророблення по людині, ставлячи на всіх ортогональних проекціях загального виду фігуру людини.

5.7 Об'ємно-просторова структура

Будь-яка форма, так чи інакше, взаємодіє із простором – це одночасно просто і ясно, та дуже складно. Виходить, як би не була побудована форма, можна з повним правом говорити про дві основні компоненти структури: обсяг і простір.

Найважливішою із закономірностей добре організованою об'ємно-просторовою структурою – є органічність зв'язків між окремими елементами, або частинами структури. Умовою цілісності об'ємно-просторової структури є її загальна впорядкованість. Тільки впорядкованість побудови робить структуру гармонічною.

Якщо впорядкованість відсутня, і зв'язки елементів випадкові, сприйняття структури утрудняється: ми шукаємо, але не знаходимо «розгадки» її будови. При елементарній простоті, її об'ємно-просторова структура та принцип її організації легко прочитується.

Явна хаотичність теж подає миттєву інформацію про повну відсутність якої-небудь системи в організації структури. Однак працююча конструкція майже ніколи не буває абсолютно хаотичною – це рідке явище в техніці. Частіше можна зіштовхнутися з неупорядкованістю, що носить прихований характер, хоча і зухвалу, цілком певну негативну реакцію сприйняття.

Автомобіль або трактор можна розглядати як типову об'ємно-просторову структуру. Досвід художнього конструювання показує, що головну, організуючу об'ємно-просторову структуру спочатку створює композиційне групування її елементів у якийсь спільності. Звичайно, мова йде

не тільки про технічні загальності, оскільки будь-яка конструкція, так чи інакше, складається з них (окремі вузли і агрегати автомобіля і трактора), але саме про композиційно підкреслені згущення, окремі групи в межах конструкції в цілому.

5.8 Конструкція, форма і композиція

Під конструкцією розуміють структуру виробу, її состав, взаємне розташування і зв'язок елементів. Визначення поняття «конструкція» подібне з визначенням поняття «композиція». Розглянемо розходження між ними. Елементами композиції є як окремі деталі, так і складальні одиниці, агрегати автомобіля і трактора (передній міст, зчеплення, коробка передач, задній міст, двигун, кузов, кабіна).

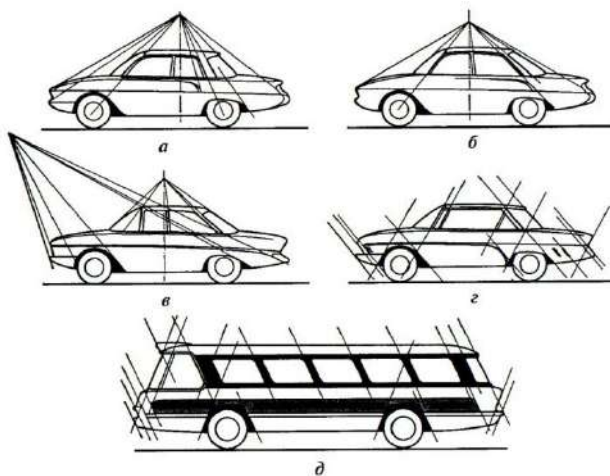
За формою, зовнішнім виглядом розрізняють відкриті, закриті і комбіновані конструкції. До відкритого відносяться конструкції велосипеда, мотоцикла; до закритих – легкового автомобіля, автобуса; до комбінованих – трактора, вантажного автомобіля, автопоїзда.

Під формою розуміють зовнішній обрис, зовнішній вигляд автомобіля або трактора. На відміну від елементів конструкції, елементами форми є лінії, точки, плоскі і криволінійні поверхні, а також їхнє сполучення в різних комбінаціях. На рис. 5.2 показані схеми композиційної побудови форми автомобіля і трактора.

Основні властивості форми – просторовість, довжина, закінченість, переривчастість, нескінченність, глибина і т.п. Серед форм розрізняють природні (форма аркуша, дерева) і створені людиною (всі вироби). Вони діляться на розрахункові (форми гвинта судна, крила літака) і відносно виробничою, породженою фантазією дизайнера з урахуванням функціональності виробу.

Розрахункові і відносно виробничі форми, у свою чергу, розділяють на постійні і змінні. Прикладом змінних можуть служити форми навантажувачів, бульдозерів та ін.

Будь-яка форма промислового виробу визначається його функцією і є результатом конструктивного рішення. Але вона не може залишатися суцільно утилітарною. Форма повинна володіти поряд з утилітарною і духовною цінністю, а це вимагає її утворення відповідно до законів композиції.



а, б – збіжних в одній точці; в – вихідним із двох точок;
г, д – паралельних під двома кутами

Рисунок 5.2 – Різні схеми композиції автомобіля з використанням основних формотворних ліній

Форма являє собою структуру взаємозалежних у просторі елементів. Вона взаємодіє із самим простором. Об'ємно-просторова структура – це вже категорія композиції.

Під композицією розуміють будову, співвідношення частин і цілої об'ємно-просторової структури об'єкта. Композиція є чинником, що зв'язує конструкцію (компонування) з естетичною формою, тобто за допомогою її закономірностей конструкції виробу можна додати естетичну форму. До найважливіших властивостей композиції ставляться цілісність, виразність, статичність, динамічність і т.п.

Розрізняють об'ємні, плоскі та лінійні композиції. Якщо форма в просторі має приблизно однакові розміри, напрямки координатних осей, то композиція відноситься до об'ємної.

Значна відмінність розмірів у напрямку однієї з координатних осей стосовно двох інших, призводить до плоскої і лінійної композиції. Якщо один з відносних розмірів малий, то композиція плоска. Плоску композицію часто називають фронтальною. Об'ємна композиція може розглядатися умовно

складається із фронтальних. Так, в автомобілі і тракторі їхні види попереду, позаду, збоку являють собою набір взаємозалежних фронтальних композицій.

Види попереду і позаду построєні, в основному, за законом симетрії, а вид збоку – за законом асиметрії. В основі композиції лежать задум, ідея, мотив, що приводять до впорядкування і співвідпорядкованість елементів форми.

У розвитку форм автомобілів і тракторів простежується тенденція поліпшення умов роботи водія (оператора). Обсяг кабін збільшується за рахунок утворення захисних зон, створення реверсивних постів керування.

У художньо-конструкторському рішенні простежується ергономічний підхід, особливо в композиційній організації інтер'єра, робочого місця водія (оператора). Органи керування монтуються в окремі пульти і розміщуються таким чином, що розширюється вільний простір для проходу від дверей до сидіння. Для поліпшення оглядовості збільшують площу оскління головним чином передньої і задньої панелі кабінки, застосовують дзеркала заднього виду.

Питання для самоперевірки

1. Що таке симетрія?
2. Перелічіть види симетрії.
3. Що таке статичність форми?
4. Як виявляється статичність, єдність форми, образність у формі виробу?
5. Що таке динамічність форми?
6. На чому ґрунтується ідея композиції?
7. Що означає єдність форми і вмісту в художньому конструюванні?
8. Перелічіть основні правила побудови форми автомобіля.
9. Як впливає обтічність форми автомобіля на його аеродинамічні властивості?
10. Що таке золотий перетин?
11. Який існує зв'язок між компонованням органів керування транспортним засобом і зручністю керування?

6 ЗАГАЛЬНА КОМПОНОВКА АВТОМОБІЛЯ

6.1 Технічне завдання та ескізний проект

Процес розробки загального компоунання легкових автомобілів розглянемо на прикладі класичної схеми, при якій двигун розташований попереду, а ведучими є задні колеса (рис. 6.1). Для повноти подання, опис процесу загального компоунання засновано на припущенні, що всі агрегати автомобіля проектують знову.

Прийнятий нижче порядок викладу заснований на логічній послідовності виконання окремих етапів роботи. На практиці загальне компоунання автомобіля ускладнюють численні обмеження. Компоунання виконують послідовними наближеннями із проробленням різних варіантів.

Компоунуючи автомобіль, компоунщик постійно змушений повертатися до вже проробленої роботи в пошуках найкращого компромісу. Загальне компоунання легкового автомобіля можна почати із планування салону, у першу чергу з розміщення водія і пасажирів, для чого застосовують двомірні шаблони, погоджені із тривимірним посадковим манекеном, що відтворює форму і масу людини.

Процес проектування автомобіля можна розділити на наступні етапи:

- складання технічного завдання;
- створення загального компоунання об'єкта;
- будування необхідних макетів, що дозволяють вирішувати складні технічні завдання;
- виготовлення робочих креслень, створення технічних умов та іншої документації, переданої у виробництво для розробки технологічного процесу і замовлення устаткування;
- будова, доведення і випробування нових зразків;
- корегування робочих креслень і передача їх для виготовлення оснащення та інструмента.

На останньому етапі, конструкторське бюро включається в роботу по серійному або масовому виробництву, що складається в основному в усуненні дефектів об'єкта та у його модернізації.

Створення нового автомобіля – складний і багатогранний процес; при цьому творча робота конструктора повинна бути тісно пов'язана з виробничими процесами й науковими дослідженнями.

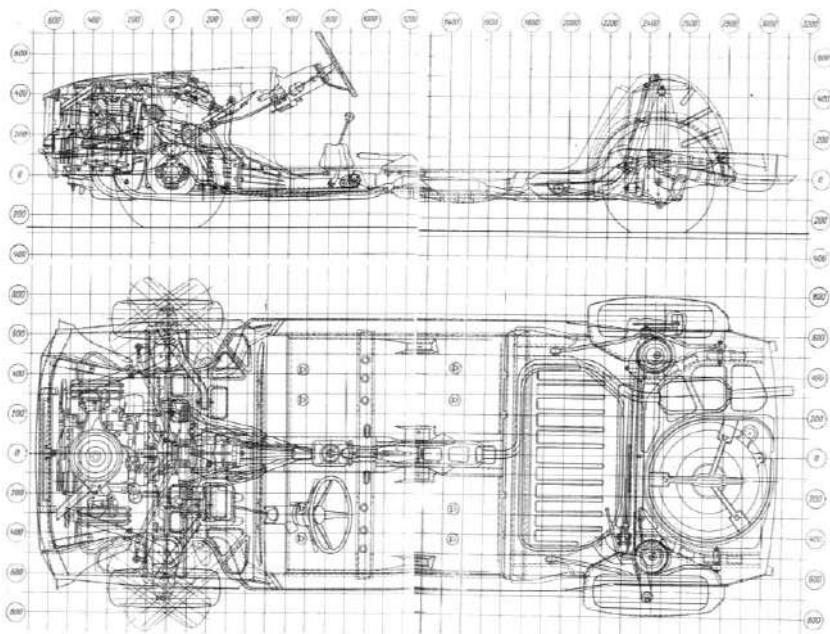


Рисунок 6.1 – Креслення шасі автомобіля

Завдання загального компоунання полягає в уточненні або пошуку найбільш вигідного взаємного розташування і узгодженні розмірів та показників агрегатів автомобіля, за вихідними даними і попередніми характеристиками, обговореним технічним завданням, і прийнятим в ескізному проекті автомобіля.

На основі загального компоунання автомобіля складаються **робочі завдання на конструктивну розробку окремих агрегатів** із вказівкою виявлених можливостей і необхідних обмежень. Якщо загальне компоунання розроблене з використанням об'єктивних, теоретично обґрунтованих методів, то таке завдання не буде сковувати або обмежувати творчі можливості

конструктора, що розробляє окремий агрегат, а скоріше слугуватиме організуючим і напрямним початком, що забезпечує здійснення ідей, закладених у проекті нового автомобіля.

Від глибини пророблення загального компоновання автомобіля залежить ступінь відповідності його заданим показникам експлуатаційних властивостей і в остаточному підсумку оцінка автомобіля, а також витрата часу і засобів на розробку технічної документації для виготовлення дослідних зразків, для завершення доводочних робіт з окремих агрегатів і автомобіля в цілому.

Всі дані проєктованого автомобіля, зазначені в технічному завданні та ескізного проєкту, у ході розробки технічного проєкту можуть бути піддані корегуванню, але без погіршення експлуатаційних властивостей автомобіля.

Компоновщик, приступаючи до розробки загального компоновання автомобіля на підставі технічного завдання, що містить показники поставлені за кінцеву мету, ескізного проєкту і пояснювальної записки, використовує наявний досвід проєктування, доведення і виготовлення попередніх моделей автомобілів у вигляді ув'язочних схем, креслень загальних видів автомобіля і окремих агрегатів, звітів по випробуваннях, а також дані по загальних компонованнях і обмірюванням автомобілів, які по своїх параметрах близькі до проєктованого автомобіля, і звіти по їхніх випробуваннях.

Загальне компоновання автомобіля за часом обов'язково трохи – випереджає конструктивну розробку, якщо не всіх, то, принаймні, більшості агрегатів.

Це визначає специфіку роботи над загальним компонованням автомобіля, що характеризується безперервним і послідовним уточненням геометричних і вагових параметрів агрегатів, починаючи від обраних на основі попередньої оцінки, на початковій стадії проєктування, до уточнених на основі закінченої конструктивної розробки і розрахунку агрегатів, макетування шасі, внутрішнього простору і зовнішніх форм кузова на наступних стадіях створення автомобіля.

З огляду на відносну складність двигуна, гідропередачі і механізму рульового керування, їхній вирішальний вплив на загальне компоновання автомобіля, а також те, що вони являють

собою замкнуті «єдині» системи, перед початком розробки загального компоновання автомобіля, компоновщик повинен мати хоча б попередні габаритні креслення цих агрегатів.

При практичному проектуванні майже завжди використовується частина вже готових, освоєних виробництвом агрегатів або розроблених заздалегідь у порядку створення конструкторського заділу.

Це, з одного боку, зменшує обсяг проектної роботи, а з іншого боку – накладає на компоновання додаткові обмеження. Для повноти подання наступний опис процесу загального компоновання ґрунтується на припущенні, що всі агрегати автомобіля проектуються знову.

Прийнятий порядок викладу, є «ідеальним» у тому розумінні, що він ґрунтується на логічній послідовності виконання окремих етапів роботи. На практиці загальне компоновання автомобіля ускладнюється рядом обмежень і виробляється методом послідовних наближень із проробленням численних варіантів.

Компонуючи легковий автомобіль, компоновщик постійно змушений повертатися до вже проробленої роботи в пошуках найкращого компромісу. Далеко не всі агрегати визначають загальне компоновання автомобіля і повинні заглиблено пророблятися на цій стадії проектування. Найбільший вплив на експлуатаційні якості автомобіля, конструкцію суміжних частин і його зовнішні форми мають такі агрегати, як двигун, силова передача, передня і задня підвіски, привод рульового керування, рама та кузов.

Агрегати, відносно компактні або частково вбудовані усередину інших агрегатів, наприклад, колісні гальма, не впливають на загальне компоновання автомобіля, та їх не потрібно заглиблено проробляти. Велике значення для загального компоновання мають «стикові» місця такі, як підвіска силового агрегату або кріплення механізму рульового керування.

6.2 Затвердження технічного завдання

Технічне завдання є вихідним технічним документом для розробки автомобіля і конструкторської документації на нього. Проект технічного завдання складає розробник – підприємство-виробник або проектно-конструкторська організація, на підставі

затвердженого типажу, плану дослідно-конструкторських робіт та інших директивних документів, а також технічних вимог замовника або основного споживача, якщо вони представлені розроблювачеві. Підприємство-виготовлювач може підготувати технічне завдання і за власною ініціативою.

Вихідне положення при складанні технічного завдання наступне: знову створюваний автомобіль, повинен забезпечувати економічні переваги в порівнянні з тим автомобілем, який він повинен замінити, тобто повинен забезпечувати більш високі експлуатаційні показники, мати кращі динамічні якості, більшу комфортабельність, безпеку конструкції і т.п.

Технічне завдання, як правило, повинне складатися з наступних розділів:

- призначення і область використання;
- технічні вимоги;
- економічні показники і лімітна ціна;
- стадії та етапи розробки;
- додатки.

Технічні вимоги замовника або основного споживача повинні містити:

- техніко-економічне обґрунтування із вказівкою лімітної ціни автомобіля;
- умови експлуатації автомобіля і режим його роботи;
- технічні параметри і характеристики, ресурс;
- обсяг випуску;
- вимоги по безпеці конструкції і санітарно-технічних нормам;
- вимоги по патентній чистоті і виконанню стандартів, правил і рекомендацій міжнародних організацій;
- вимоги до архітектурно-художнього оформлення;
- додаткові вимоги на розсуд замовника або основного споживача.

Якщо технічні вимоги недостатньо повні для розробки проекту, то розроблювач вправі сам встановити відсутні вимоги.

6.3 Ескізний проект

Ескізний проект складається з розробки ескізного компонування, пошуку архітектурного рішення зовнішніх форм

та інтер'єра, а також у перевірках, що підтверджують правильність зробленого вибору.

Ескізне компонування – це початковий етап загального компонування автомобіля. У ході ескізного компонування встановлюють попередні розміри і відносне розташування основних частин автомобіля, положення водія, пасажирів і їхнього багажу.

Якщо принципова схема автомобіля не була встановлена заздалегідь, то на цьому етапі проробляють кілька варіантів схем. Щоб зупинитися на тім або іншому варіанті схеми беруть до уваги габаритні розміри автомобіля, масу, розподіл мас по мостах (осям), комфортабельність посадки, зручність входу і виходу, доступність агрегатів (у першу чергу двигуна) для обслуговування і ремонту, а також технологічність і вартість виробництва.

Досвід показує, що розробку завжди варто починати зі сталої принципової схеми (рис. 6.2). Тільки після того, як буде встановлено її непридатність або недоцільність для даного конкретного випадку, переходять до дослідження оригінальних схем. Відмова від вивчення відомих принципівих схем приводить до неповного виявлення переваг нової схеми в порівнянні з відомими перевіреними на практиці рішеннями.

Попереднє креслення ескізного компонування та ілюстрації, що дають подання про принципове архітектурне рішення зовнішніх форм автомобіля, повинні входити складовою частиною в проект технічного завдання. Тому роботи над ескізними компонуванням варто починати майже одночасно з роботами над технічним завданням, щоб до моменту його твердження досягти певного ступеня пророблення.

Креслення ескізного компонування можна виконувати в масштабі 1:5 або 1:10. Досвід показує, що, з одного боку, це забезпечує точність, достатню для даного етапу проектування, а з іншого боку – подібне креслення зручне для зовнішнього сприйняття, роботи, зберігання й вимагають меншої витрати часу на креслення. На кресленні ескізного компонування показують автомобіль у вигляді збоку і зверху, попереду й позаду, а також необхідні перетини. Автомобіль зображують по висоті, що рухається вліво, в проектному положенні щодо поверхні дороги.

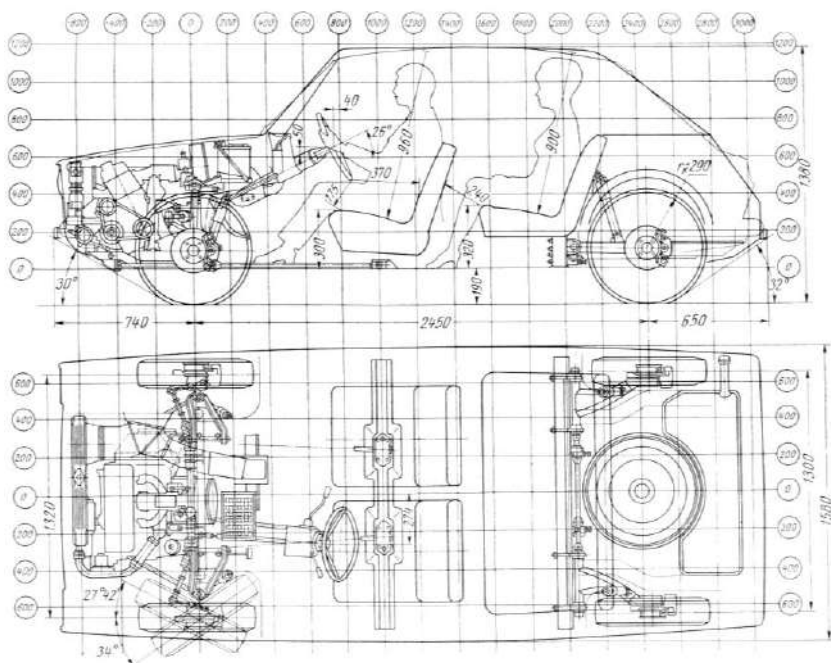


Рисунок 6.2 – Шасі автомобіля особливо малого класу з переднім приводом

Вихідним матеріалом для розробки ескізного компоунання є попередні креслення з габаритними розмірами основних агрегатів автомобіля. При практичному проектуванні майже завжди частково використовують уже готові освоєні виробництвом або розроблені при створенні конструкторського заділу агрегати, про які є вичерпна інформація.

При розробці ескізного компоунання використовують наявний досвід проектування, будівлі й доведення попередніх моделей автомобілів, ув'язочні схеми, креслення загальних видів, звіти по випробуваннях, а також дані по обмірюваннях автомобілів, які по своїх параметрах близькі до проєктованого.

Для знову створюваних агрегатів попередні «габаритні» креслення розробляють на основі креслень агрегатів попередніх моделей автомобіля, вивчення і обмірювання моделей аналогів, ілюстрацій і схем з журналів і проспектів при відповідному

коректуванні їхніх розмірів.

Не всі агрегати, що визначають загальне компоновання автомобіля, досить розроблені; часто їх необхідно більш заглиблено проробляти саме на цій стадії проектування. Найбільший вплив на експлуатаційні показники автомобіля, на конструкцію його суміжних частин і на зовнішні форми роблять такі агрегати як двигун, передня й задня підвіски, кермовий привод, рама (якщо вона є) і кузов. Агрегати, відносно компактні або частково убудовані усередину інших агрегатів, не впливають на загальне компоновання автомобіля, і їх можна заглиблено не проробляти на цій стадії проектування.

6.4 Модель форми автомобіля

Ступінь деталізації при розробці компоновання на стадії ескізного проекту може бути різним і залежати від складності вимог, що виставляються замовником, і труднощів компоновочних рішень. Обов'язковими елементами, що визначають ескізний проект, є макети зовнішніх форм кузова, виконаного в масштабі 1:1, макети внутрішньої обробки, виконані в тім же масштабі, і посадковий макет.

Майстер-модель – це об'ємний еталон деталі, що відтворює з точністю до $\pm 0,25$ мм її контури і поверхня з усіма вирізами та ін. З майстер-моделі на особливих копіювальних верстатах безпосередньо копіюють поверхню штампів, складальних кондукторів і контрольних пристосувань. Звичайно поверхня майстер-моделі відповідає внутрішній поверхні деталі (тобто деталь можна накласти на майстер-модель), але допускаються окремі виключення із цього правила.

Майстер – моделі виготовляють із добре висушеної (вологість 6-8%) цінної деревини або вільхи, іноді з легких сплавів і пластмас у точній відповідності із робочими кресленнями деталей. На майстер – модель наносять і позначають (не на лицьовій поверхні) лінії сітки та інші лінії побудови, задані на кресленні.

6.5 Техніка макетування, контрольні перевірки

Матеріалом для моделей і макетів служать пластилін, гіпс, дерево (липа, вільха) і пластмаса (рис. 6.3)

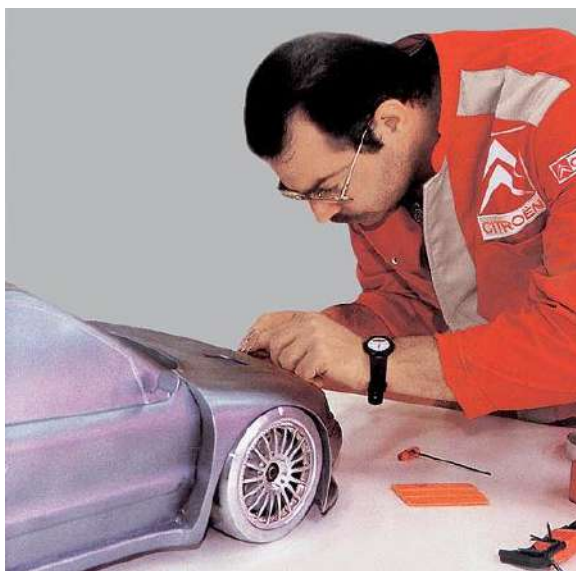


Рисунок 6.3 – Робота над масштабною моделлю автомобіля

Пластилін розм'якшують при невеликому нагріванні. Гіпс використовують порошкоподібний, розчиняють у воді до одержання рідкої тістоподібної маси.

Для виготовлення моделі автомобіля в масштабі 1:5 необхідно, крім пластиліну (близько 30-50 кг), мати металеву розмічальну плиту розміром не менш 1500x800 мм із накресленої на ній сіткою (розмір кліток 40x40 мм), покладену на горизонтальному столі, на рівні 1,2 м від підлоги; великий і малий рейсмуси; призму (прямокутну) висотою близько 400 мм; металеві косинці; лекала; картон або тонку фанеру для шаблонів; шкребки, лопатки (стеки), целулоїдні гладилки, ніж і голки для ліплення; корито і плитку (або лампи) для розігрівання пластиліну; металеву вимірювальну лінійку і дрібну наждакову шкурку; лінійку з голкою на кінці для нанесення на макет сітки по призмі.

Робота з великою масою пластиліну стомлююча (рис. 6.4-6.5), через його більшу питому вагу і в'язкість (в охолодженому стані).



Рисунок 6.4 – Робота над макетом кузова автомобіля

Тому рекомендується виготовляти дерев'яну коробку або болванку, що приблизно відповідає внутрішнім габаритам кузова, узятим з компоновочного креслення. Болванку варто встановити на нагострені дерев'яні, алюмінієві або гіпсові колеса. Внаслідок цього спрощується робота із пластиліном і значно зменшується необхідна кількість пластиліну.

Перед початком роботи пластилін для розм'якшення нагрівають. Потім болванку моделі обмазують товстим шаром пластиліну. Після остигання і затвердіння пластиліну, встановлюють заготівлю моделі на плиті по сітці, знімають ножем зайвий пластилін і підганяють основні обриси моделі до контурів, наміченим на попередньому кресленні форми.

Для цього із креслення знімають картонні або фанерні шаблони. Після такої підготовки приступають до скульптурної роботи над моделлю, користуючись лопатками, голками, косинцями, рейсмусами й лекалами. Виступаючі поверхні, потрібно час від часу загладжувати до блиску і спостерігати, як лежать на них відблиски.



Рисунок 6.5 – Розробка макета панелі приладів

Для спрощення роботи і для одержання великої подібності моделі з майбутнім автомобілем доцільно прокреслювати різні контури і границі прорізів різкими лініями, або накладати по контурах світлий дріт; виділяти декоративні накладки, буфери, скло, шляхом накладання на відповідні місця фольги або смуг паперу, які добре пристають до пластиліну.

Дуже зручні гіпсові шаблони. Для їхнього виготовлення на макет накладають стінки із пластиліну, одна із яких збігається із прокресленою на макеті лінією сітки. Для посилення майбутнього шаблону між стінками закладають один – два сталевих прутки (дріт), а потім заливають рідкий гіпс.

Після затвердіння гіпсу шаблон знімають а сторону вистругують. Блискуче фарбування істотно змінює вид моделі або макета в порівнянні з незабарвленим (стають помітними відблиски). Пластилін легко офарблюється; моделі і макети рекомендується офарблювати нітролаком.

Макет автомобіля в натуральну величину можна виготовити також із пластиліну (1,5-2 т) або з гіпсу. Нагрітий розріджений пластилін наносять лопатками на дерев'яну основу макета, а потім вирівнюють шкребками із зубцями різних розмірів і загладжують.

Різні виступи постійного перетину (ущільнювачі й рамки вікон, декоративні накладки) роблять окремо на дошці або аркуші фанери протяганням металевого шаблона відповідного профілю по розрідженому пластиліну; після остигання пластиліну готові профілі накладають на поверхню макета.

Для гіпсового макета необхідно робити болванку із прибитими до неї обрізками дроту, які закріплюють пилці на болванці. Перед заливанням гіпсу навколо болванки встановлюють по сітці попередні шаблони. Після заливання і застигання гіпсу, шаблони знімають (для того щоб шаблони не прилипали до гіпсу, їх змазують сумішшю гасу й масла), потім приступають до обробки поверхні. Якщо потрібно наростити на якій-небудь ділянці шар гіпсу, попередньо виламують гіпс для одержання поглиблень, які перешкождали б викрашуванню нового шару. Застосовуваний під час роботи розчин гіпсу повинен бути однакової густоти.

Гіпсовий макет офарблюють, але шар фарби, перешкоджаючи висиханню гіпсу, може спучуватися, і відшаровуватися. Тому в товщі гіпсу роблять канали для відводу усередину макета вологи з поверхні гіпсу. Для одержання каналів у гіпс закладають дерев'яні круглі стрижні, змазані сумішшю для запобігання їх від прилипання. Після виливка й висихання гіпсу стрижні виймають, а отвору зашпаровують зовні. Поверхню гіпсового макета обробляють звичайними столярними інструментами й наждаковою шкуркою.

В окремих випадках (наприклад, підготовка кузова для масового виробництва), крім скульптурного макета, виготовляють особливий демонстраційний макет, сполучений нерідко з посадковим. Такий макет – пустотілий, має одну – дві дверей, що відкриваються, внутрішнє устаткування, сидіння, скло, ретельно пофарбований і оброблений. Його майже неможливо відрізнити за зовнішнім виглядом від дійсного автомобіля.

Донедавна демонстраційні моделі виготовляли з дерева з наступним їх фарбуванням. У наш час є можливість виконувати основну частину демонстраційного макета із пластмаси, при цьому відповідну поверхню одержують за допомогою гіпсових або пластмасових матриць, знятих зі скульптурного макета. Такий процес простіше, причому макет виходить легшим, а його поверхня точно відповідає поверхні скульптурного макета.

Приміщення для створення макетів автомобілів натуральної величини повинне бути досить просторим, щоб скульптор і спостерігач могли розглядати макет з різних точок зору на відстані не менш 10 м.

У невеликому приміщенні для кращого спостереження макета його можна встановити на поворотне коло, конструкція якого повинна забезпечувати нормальне положення макета стосовно підлоги приміщення. У приміщенні для макетів бажано мати більші вікна і лампи розсіяного денного світла.

6.6 Технічний проект, ув'язочна схема, макет шасі

Ув'язочна схема є довідковим документом і повинна містити вичерпну інформацію про визначальні розміри агрегатів, розмірні ланцюги, величинах ходів деталей, що переміщуються, зазори і габаритні розміри. На ув'язочній схемі зводять результати всіх розрахунків.

Ув'язочну схему виконують у масштабі 1:5 або 1:10. Креслення постачають координатною сіткою. На ув'язочній схемі дають вид збоку, вид зверху, вид попереду і необхідні поперечні перерізи. Крім шасі зображують і погоджують також розміри контурів сидінь і обведень кузова.

Іноді ув'язочну схему виконують у вигляді так званого компоновочного паспорта, у якому проставляння розмірів підпорядковане певній системі, що полегшує користування схемою, але пов'язане зі збільшенням розмірів креслення.

Компоновочний паспорт дозволяє легко простежити, як вплине зміна одного з розмірів ланцюжка на інші, з ним зв'язані. На стадії технічного проекту вимоги до точності всіх графічних побудов і розрахунків, що стосуються геометричних параметрів, значно вищі, ніж на стадії ескізного проекту.

Макетування шасі (рис. 6.6) дозволяє звести до мінімуму

компоновочні помилки, що значно полегшує, прискорює та здешевлює роботи з будівлі дослідних зразків і доведенню конструкції автомобіля. Макетування шасі починають відразу після визначення при ескізному компонованні взаємного положення основних частин автомобіля. Макетування шасі продовжують до закінчення будівлі дослідних зразків автомобіля.

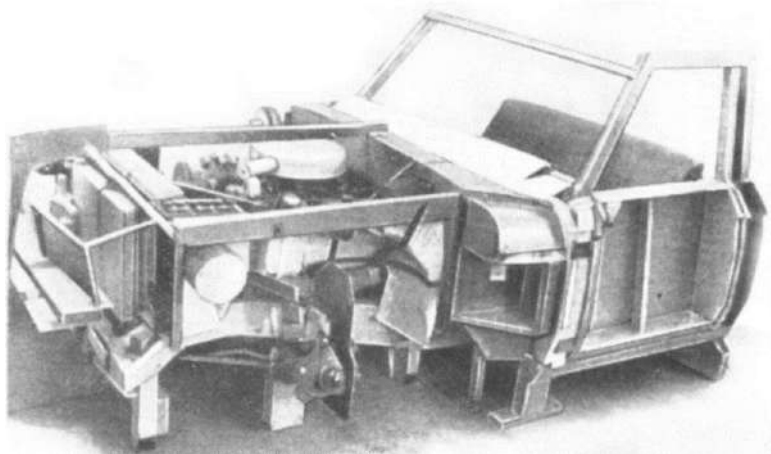


Рисунок 6.6 – Макет передньої частини шасі

Макет поступово доповнюють і уточнюють по мірі деталізації проекту й виникнення в ході конструювання нових проблем. Робота з макетування шасі трохи відстає від конструктивної розробки агрегатів, але дозволяє на цьому етапі вносити в конструкцію необхідні корективи. Макет шасі виконують на чавунній або дерев'яній плиті, постаченою координатною сіткою із частотою розподілу, рівної 200 мм. Наявність сітки на плиті дозволяє наносити всі виміри за допомогою лінійки, косинця та рейсмуса.

Питання для самоперевірки

1. Перелічіть основні стадії проектування автомобіля.
2. Яка роль художньо-конструкторського аналізу при проектуванні нового автомобіля?
3. Що таке попередній аналіз і складання технічного завдання?

4. У чому полягає авторський нагляд і експертиза виробу дизайнером?
5. Яке призначення майстер-моделі форми автомобіля?
6. Поясніть призначення перспективних зображень у художньому конструюванні.
7. В чому полягає завдання загального компоунування?
8. Що таке ескізний проект?
9. Стисло опишіть техніку макетування.
10. З яких розділів складається технічне завдання?
11. Що таке майстер-модель?
12. Що таке компоновочний паспорт?
13. З чого починається етап загального компоунування автомобіля?
14. Назвіть найбільш використовувані матеріали для виготовлення моделей і макетів автомобілів.
15. В якому масштабі виконують ув'язочну схему?
16. Які пункти повинні включати технічні вимоги замовника (або основного споживача) автомобіля?

7 КОМПОНУВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВОДІЯ

7.1 Загальні відомості про компоновання

Під компонованням робочого місця водія розуміють основні геометричні розміри, що характеризують його положення щодо кабіни, і розміщення органів керування. Для попереднього розміщення водія в кабіні використовується двомірний посадковий манекен 95-го рівня репрезентативності (ГОСТ 20304-90). Робота звичайно проводиться в масштабі 1:5 (іноді 1:10), що забезпечує необхідну на цьому етапі точність, а графічні зображення виходять досить компактними.

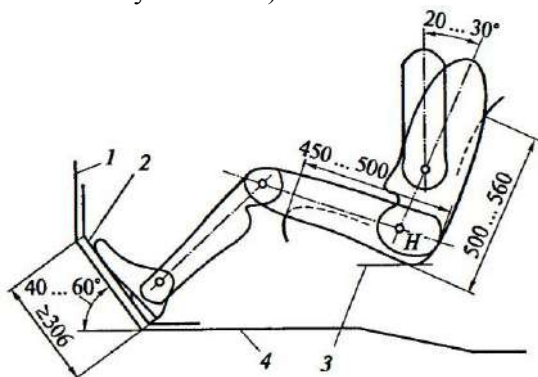
Якщо робота виконується з використанням якої-небудь із комп'ютерних конструкторських програм, то питання про вибір масштабу відпадає, оскільки вивести зображення на друк (для обговорень і затвердження) можна в будь-якому масштабі без втрати точності.

Залежно від типу транспортного засобу вибирається той або інший тип посадки водія. У легковому автомобілі водій розташовується низько, ноги майже витягнуті, спинка сидіння відхилена від вертикалі на значний кут, що дозволяє одержати невелику висоту автомобіля, відповідно зменшивши аеродинамічний опір.

У вантажному автомобілі і тракторі водій розташовується на більш високому сидінні, ноги більше зігнуті в колінах, спинка сидіння розташована майже вертикально. При такому розташуванні водія довжина кабіни мінімальна, а її висота з погляду аеродинаміки не має вирішального значення через більші габаритні розміри машини по висоті (вантажний автомобіль) або невеликі швидкості руху (трактор). Принциповий підхід до компоновання робочого місця водія з використанням двомірного посадкового манекена ілюструє рис. 7.1.

Розміщення водія починають із побудови внутрішніх (звернених до водія) границь підлоги і перегородок. Причому під терміном перегородка відповідно до ГОСТ Р 41.35-99 розуміють будь-який постійний елемент конструкції (наприклад, тунельний виступ над карданним валом або коробкою передач, колісний

кожух, бічна панель кузова і т.п.).



1 – перегородка моторного відсіку; 2 – килим;
3 – рівень стислої подушки сидіння; 4 – підлога

Рисунок 7.1 – Використання двомірного посадкового манекена для компоунання робочого місця водія

Потім, виходячи з типу (категорії) транспортного засобу, призначають висоту сидіння з урахуванням деформації подушки, що приймають для легкового автомобіля орієнтовно близько 80...100 мм, для вантажного автомобіля і трактора – відповідно менше. Якщо передбачається використання підресореного сидіння, то враховують його переміщення під вагою водія (статичний прогин з урахуванням характеристики пружності підвіски сидіння).

Найчастіше діаметр кермового колеса становить 350...420 мм, однак на спортивних автомобілях він може бути 280 мм, а на важких вантажівках і автобусах – до 600 мм. Зі збільшенням діаметра, природно, збільшується крутний момент, який водій може прикласти до нього при однаковому зусиллі на ободі керма, але одночасно зменшується досяжна швидкість обертання керма («швидкість рулювання»). Саме тому на спортивних машинах застосовують кермо малого розміру, а на важких машинах – великого, це збільшує безпеку у випадку відмови кермового підсилювача. Діаметр обода керма звичайно становить близько 20...30 мм.

На зусилля, яке водій може прикласти до обода рульового

колеса, істотно впливає кут його нахилу (рис. 7.2). Якщо прийняти за 100 % досяжне зусилля при майже вертикальному положенні площини керма (10° щодо вертикалі), то при майже горизонтальному положенні (80°) зусилля збільшується приблизно на 25 %. Це пояснюється анатомічними особливостями людини.

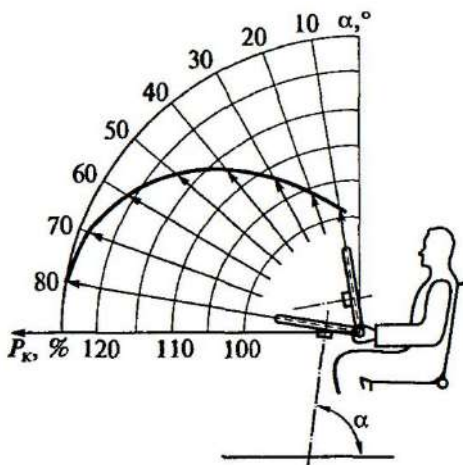


Рисунок 7.2 – Залежність зусилля P_k на рульовому колесі від кута його нахилу α

На легкових автомобілях педалі керування розташовуються відповідно до рис. 7.3 (ГОСТ Р 41.35 – 99), чисельні значення параметрів зазначені на цій схемі, приводяться в довідковій літературі.

Обране тим або іншим способом розташування органів керування обов'язково перевіряється на відповідність вимогам діючих стандартів. Після визначення геометричних параметрів робочого місця водія можна скомпонувати місце для посадки пасажирів легкового автомобіля, що розташовуються на задньому сидінні, оскільки передбачається, що пасажир, що сидить на передньому сидінні, розміщується аналогічно водієві. Методика компоновання пасажирських місць аналогічна застосовуваній до робочого місця водія, зрозуміло, за винятком того, що не доводиться розміщати органи керування (рис. 7.4).

Для більш комфортельних легкових автомобілів, при компонуванні посадки пасажирів використовують двомірний посадковий манекен 95-го рівня репрезентативності, а для невеликих автомобілів часто застосовують манекен 50-го рівня репрезентативності.

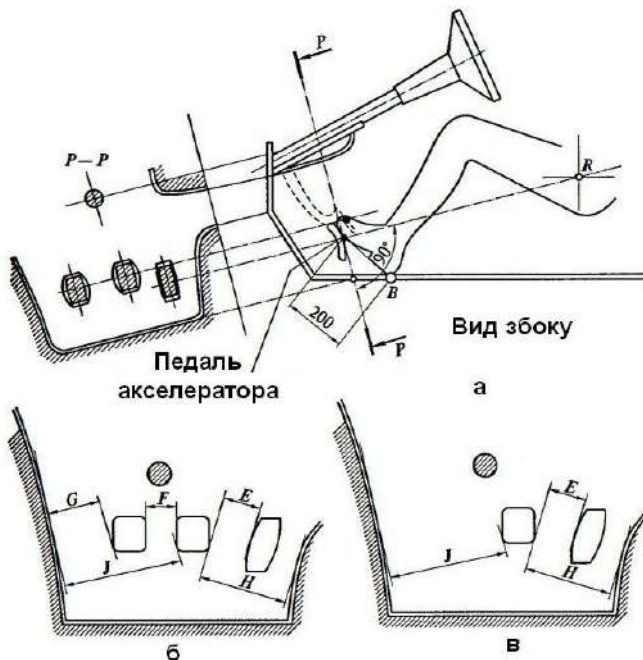


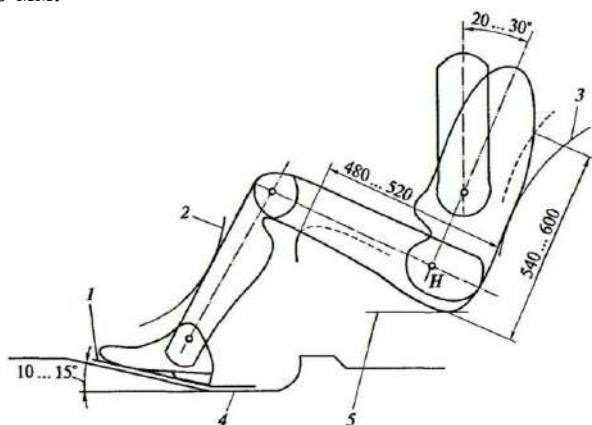
Рисунок 7.3 – Розміщення педаль управління легковим автомобілем

Товщина спинки переднього сидіння визначається орієнтовно: від 60...80 мм для невеликих автомобілів і до 100...120 мм для більших. Необхідно передбачити вільний простір під переднім сидінням, куди пасажир зміг би помістити передню частину стоп.

Для забезпечення зручної посадки водія і пасажирів в автомобіль необхідно, щоб дверні прорізи мали достатні розміри і раціонально розташовувалися щодо сидінь. Мінімальні розміри дверних прорізів (для легкових автомобілів) показані на рис. 7.5.

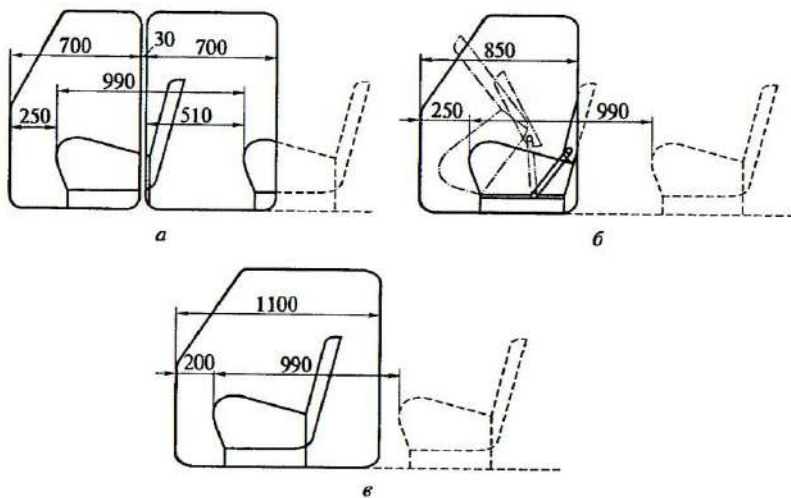
Для вантажних автомобілів ширина проходу дверей на рівні підлоги повинна бути не менш 250 мм, а на рівні плечей – не

менш 650 мм.



1 – килим; 2 – задня сторона сидіння водія; 3 – кожух колеса;
4 – підлога; 5 – рівень стислої подушки сидіння

Рисунок 7.4 – Розміщення пасажирів

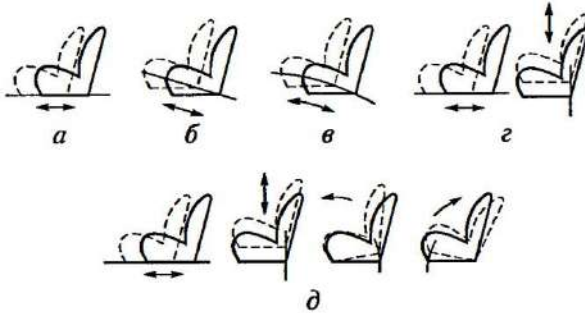


а – для чотирьохдверного кузова;
б – для дводверного кузова при передніх відкидних сидіннях;
в – для дводверного кузова при не відкидних передніх сидіннях

Рисунок 7.5 – Рекомендоване відносне розміщення дверних прорізів

і сидінь для легкових автомобілів

Щоб забезпечити зручну робочу позу для водія невеликого зросту, на місці водія (для легкових автомобілів) розміщається посадковий манекен 10-го рівня репрезентативності. Для одержання зручної робочої пози, сидіння зміщується, звичайно вперед і вгору. Величина і напрямок необхідного зсуву визначають діапазон регулювання положення сидіння. Застосовувані напрямки регулювальних зсувів сидіння показані на рис. 7.6.



а – регулювання в горизонтальному напрямку; б – регулювання по похилій траєкторії; в – регулювання по дугоподібній траєкторії; г – роздільне регулювання в горизонтальному і вертикальному напрямках; д – роздільне регулювання в поздовжніх, вертикальних напрямках і по куту нахилу

Рисунок 7.6 – Можливі напрямки зсуву сидіння водія при регулюваннях

Для вантажних автомобілів діапазон регулювання поздовжнього положення сидіння водія повинен бути не менш 100 мм (при підресореному сидінні – 150 мм), вертикального – не менше 60 мм (ОСТ 37.001.413-86).

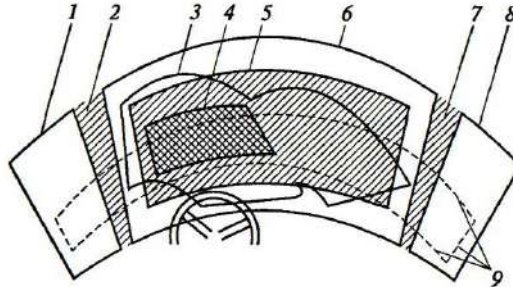
Положення передньої стійки кузова або кабіни визначає положення стійок вітрового вікна, знаючи яке стає можливим вибрати його форму. Зрозуміло, це можна зробити тільки з урахуванням загальної концепції зовнішнього архітектурного оформлення кузова або кабіни.

7.2 Оглядовість – методи її вимірювання та оцінки

Під оглядовістю розуміють конструктивна властивість

автомобіля або трактора, що характеризує об'єктивну можливість і умови сприйняття водієм візуальної інформації, необхідної для безпечного і ефективного керування автомобілем або трактором.

Параметри оглядовості автомобіля залежать від того, до якої категорії він належить. Оглядовість через вітрове скло визначається умовними зонами А і Б на зовнішній поверхні скла автомобіля (рис. 7.7).



- 1 – межа прозорої частини лівого бічного вікна; 2 – ліва бічна стійка переднього вікна; 3 – контур очищення переднього вікна; 4 – границя нормативної зони А; 5 – межа нормативної зони Б;
6 – межа прозорої частини переднього вікна; 7- права бічна стійка переднього вікна; 8 – межа прозорої частини правого бічного вікна;
9 – сліди від площин, що є границями нормативного поля огляду П

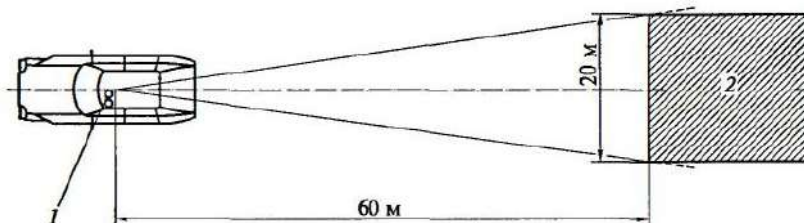
Рисунок 7.7 – Розташування нормативних зон А і Б переднього вікна й нормативного поля огляду П

При цьому нормативна зона А розташовується усередині нормативної зони Б безпосередньо перед водієм. Нормативне поле огляду П – умовне поле передньої оглядовості в 180°-ному секторі, розташованому між горизонтальною площиною, що проходить на рівні очей водія (верхня границя поля), і трьома іншими площинами, що становлять у сукупності нижню границю поля. У нормативному полі огляду П не повинне бути зон, що не переглядають, крім створюваних стійками вікон і рамками поворотних кватирок, дзеркалами заднього виду, деталями склоочисників, зовнішніми радіоантенами. Крім описаних норм, що характеризують параметри оглядовості автомобілів,

стандартом передбачається також визначення непроглядних зон, створюваних стійками вітрового вікна, при цьому враховується бінокулярність зору людини.

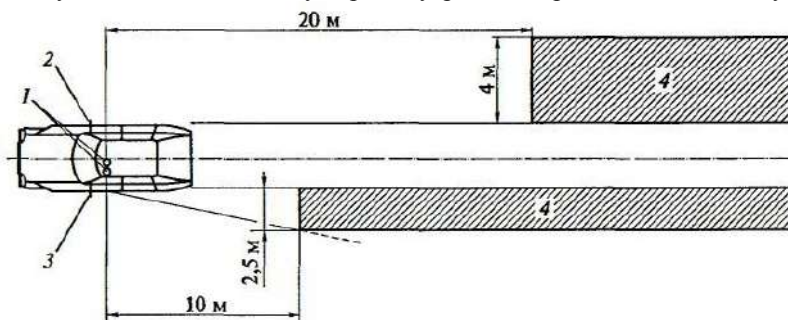
Кожний автотранспортний засіб повинен бути оснащений дзеркалами заднього виду, що дозволяють водієві при звичайній робочій позі спостерігати дорогу за транспортним засобом і з боків від нього. Геометричні побудови для визначення поля огляду через дзеркала проводяться з окулярних точок, що відповідають розташуванню очей водія, процедура цих побудов описана в ГОСТ Р 41.46-99. Розміри і параметри дзеркал також зазначені в стандарті.

На рис. 7.8 показано поле огляду через внутрішнє дзеркало заднього виду легкового автомобіля, а на рис. 7.9 і 7.10 – поля огляду через зовнішні дзеркала заднього виду.



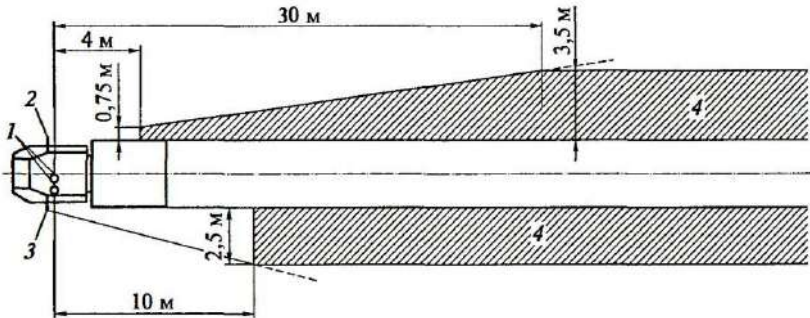
1 – окулярні точки водія; 2 – поле огляду на рівні дороги

Рисунок 7.8 – Поле огляду через внутрішнє дзеркало заднього виду



1 – окулярні точки водія; 2 – праве зовнішнє дзеркало заднього виду;
3 – ліве зовнішнє дзеркало заднього виду; 4 – поле огляду на рівні дороги

Рисунок 7.9 – Поле огляду через зовнішні дзеркала заднього виду АТЗ категорій М1 і N1 масою до 2 т



- 1 – окулярні точки водія; 2 – праве зовнішнє дзеркало заднього виду;
3 – ліве зовнішнє дзеркало заднього виду; 4 – поле огляду на рівні дороги

Рисунок 7.10 – Поле огляду через зовнішні дзеркала заднього виду вантажних автомобілів

На підставі викладеного можна коротко сформулювати послідовність дій при компонуванні робочого місця водія автомобіля:

- розміщують двомірний посадковий манекен 95-го рівня репрезентативності. Висоту сидіння вибирають із урахуванням типу автомобіля;
- визначають положення керма, педалей та інших основних органів керування;
- компонують посадку пасажира на задньому сидінні (для легкового автомобіля);
- орієнтовно визначають геометричні параметри дверних прорізів;
- на сидінні водія розміщують двомірний посадковий манекен 10-го рівня репрезентативності і забезпечують його зручну робочу позу, за рахунок переміщення сидіння; у такий спосіб визначають необхідний діапазон регулювання положення сидіння;
- визначають параметри оглядовості через вітрове вікно і нормативне поле огляду;

- розміщують дзеркала заднього виду і забезпечують оглядовість через них;
- переходять до наступних етапів проектування внутрішнього простору кабіни: компонують панель приладів, сидіння, елементи інтер'єра.

7.3 Посадкові манекени

Сидяча на сидінні людина-оператор може приймати різні пози. Виникає проблема вибору умовної точки початку координат щодо якої можна було б визначати розміри, що характеризують положення людини на сидінні. Треба, щоб ця точка незначно змінювала своє положення при змінах робочої пози оператора, пов'язаних з керуванням автомобілем або трактором, і була досить характерною для тіла людини. Щодо такої точки можна визначати і положення сидячих пасажирів.

У деяких випадках за початок координат на виді збоку приймається точка перетинання габаритних обрисів подушки сидіння і спинки, звернених до тіла сидячої людини. Це може бути справедливим, якщо сидіння тверде. При м'яких сидінні та спинці, ця точка істотно зміщується, що утруднює проведення вимірів і знижує їхню вірогідність.

Діючими стандартами встановлено, що за вихідну точку, щодо якої виробляються виміри, що визначають положення тіла людини на сидінні у кабіні, приймається точка перетинання геометричної осі, що з'єднує центри правого і лівого тазостегнових суглобів, з позовжньою вертикальною площиною симетрії тіла. Вона позначається латинською буквою Н (при проектних роботах ця точка позначається латинською буквою R).

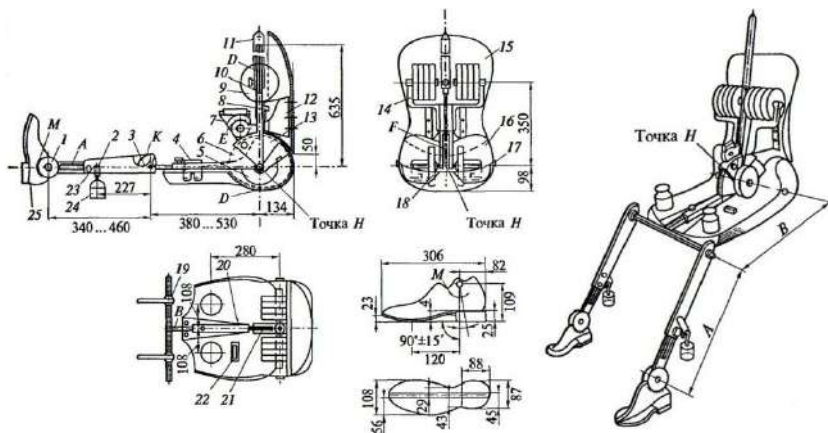
Установлено, що положення точки Н мало змінюється не тільки при звичайних робочих рухах оператора, але і у тих випадках, коли на сидінні розміщені люди різного зросту і комплекції, хоча розміри їхнього тіла істотно розрізняються.

Нескладно знайти людину, зріст якої точно відповідає, наприклад, 95-му перцентілю, але розміри окремих частин її тіла, тобто інші антропометричні характеристики, швидше за все будуть відрізнятися від розмірів при цьому перцентілі.

Розроблені і стандартизовані манекени (ГОСТ 20304-90), антропометричні характеристики яких відповідають певним

перцентілям. Ці манекени одержали назву посадкових, тому що з їхньою допомогою визначаються робочі пози та інші параметри, що характеризують положення людини-оператора на сидінні. Існують тривимірні і двомірні посадкові манекени.

Тривимірний посадковий манекен застосовується для визначення параметрів, що обумовлюють положення людини в реальному автомобілі або тракторі. З його допомогою визначається також фактичне положення точки Н посадкового місця. Тривимірний посадковий манекен являє собою досить складний пристрій, виконаний з високою точністю (рис. 7.11).



- 1 – гомілковостопний шарнір; 2 – кронштейн гомілкового вантажу;
 3 – колінний шарнір; 4 – стегновий вантаж; 5- тазостегновий вантаж;
 6 – сектор; 7- кронштейн поздовжнього рівня; 8 – регулювальний гвинт;
 9 – спинний вантаж; 10 – поворотний шток; 11 – наконечник поворотного штока; 12 – кронштейн спинної панелі; 13 – остов торса;
 14 – кронштейн спинних вантажів; 15 – спинна панель;
 16 – сиднична панель; 17 – знімна пробка; 18 – вісь тазостегнового шарніра; 19 – кронштейн колінних шарнірів; 20 – остов тазостегнової частини; 21 – поздовжній рівень; 22 – поперечний рівень;
 23 – гомілка; 24 – гомілковий вантаж; 25 – стопа;
 А, В, D, Е, F, К, М – лінійні і кутові шкали

Рисунок 7.11 – Конструктивна схема тривимірного посадкового манекена

Манекен розміщується на сидінні пластмасовою сідничною панеллю, а спинна панель – також пластмасова – опирається на спинку сидіння. Форма цих панелей обговорена стандартом. Інші деталі манекена виконані зі сталі. Спинна панель може повертатися щодо сідничної, навколо осі тазостегнового шарніра.

Від осі тазостегнового шарніра вперед спрямований кістяк тазостегнової частини, який виконаний телескопічним. При цьому можна змінювати його довжину при настроюванні розмірів манекена на певний рівень репрезентативності.

На передньому кінці кістяка тазостегнової частини розміщена поперечна вісь, що імітує колінний суглоб, на ній праворуч і ліворуч установлені елементи, що імітують гомілку. Ці частини манекена також виконані телескопічними. На частинах манекена розміщуються вантажі, що дозволяють довести масу цих частин до значень, що відповідають масам частин тіла людини. Загальна маса манекена становить 75,6 кг.

Нагору від осі тазостегнового шарніра спрямований поворотний шток з наконечником. Щодо цього штока, коли він установлений строго вертикально, виміряється кут нахилу спинки сидіння.

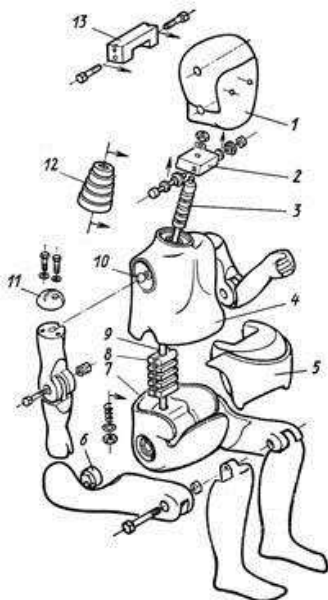
Для виміру кута нахилу сідничної панелі щодо горизонталі на цій панелі встановлені рівні. Елементи посадкового манекена постачені лінійними й кутовими шкалами (А, В, D, E, F, K, M), за допомогою яких установлюються їхні розміри і відносне розташування. Після розміщення манекена на сидіння в першу чергу робиться перевірка збігу координат крапки Н с координатами точки R, які відмічені в конструкторській документації. Потім по кутовій шкалі поворотного штока, що встановлюється вертикально, визначається фактичний кут нахилу спинки сидіння. Кутові шкали, наявні в «суглобах» манекена, дозволяють визначити кути між цими елементами.

7.4 Манекени для випробування систем індивідуального захисту дітей

Система індивідуального захисту дитини являє собою сукупність елементів, що може містити в собі комплект лямок або гнучких елементів із пряжками, додаткове сидіння і амортизуюче пристосування, прикріплене до кузова автомобіля.

Кожна із систем індивідуального захисту дітей проходить випробування на перекидання, фронтальний удар і наїзд позаду. Використовувані в цих випробуваннях манекени (рис. 7.12 – 7.14), відповідають (по розмірах масі) 50%-ному рівню репрезентативностей дітей 9 мес., 3, 6 і 10 років.

Части манекена виготовлені з поліуретану і прикріплені до каркаса, виконаному з металу і поліефіру. Голова манекена виготовлена з поліуретану, посиленого металевими стрічками. Усередині голови міститься вимірювальне устаткування. Шия виготовлена з поліуретану, поперекові хребці – з поліаміду, а грудна клітка являє собою каркас, що складається із трубчастої сталевोї рами, покритої поліуретаном.



- 1 – голова; 2 – шарнірний блок першого шийного хребця; 3 – стрижень кріплення голови; 4 – верхня частина тулуба; 5 – черевний вкладиш; 6 – кульовий циліндр стегна; 7- нижня частина тулуба; 8 – поперекові хребці; 9 – стрижень хребта; 10 – кульовий шарнір плечового зчленування; 11 – напівкруглий шарнір плечового зчленування; 12 – елементи шії; 13 – блок установки датчика

Рисунок 7.12 – Конструкція та загальний вигляд манекена для

випробування систем індивідуального захисту дітей в автомобілі

У поглибленні, передбаченому в грудній клітці, встановлюється вимірювальне устаткування. Руки й ноги манекена виготовлені з поліуретану, посиленого металевими елементами у вигляді труб квадратного перетину, смуг і пластин, а таз – з поліефіру, посиленого скловолокном і покритого поліуретаном. Форма верхньої частини таза манекена має велике значення для визначення сил, що діють на порожнину живота, і досить точно відповідає формі таза дитини.



Рисунок 7.13 – Установка дитячого манекена на сидіння



Рисунок 7.14 – Дитячий манекен під час випробувань

7.5 Загальні принципи проектування органів керування

Наступні загальні принципи застосовні до проектування всіх типів органів керування незалежно від їхнього призначення або способу оперування ними. Максимальне зусилля, швидкість, точність або діапазон рухів тіла оператора, необхідні для оперування органом керування, не повинні перевершувати можливостей найбільш слабкого і найменш здатного оператора, а нормальні вимоги по виконанню операцій органом керування повинні бути значно нижче максимальних здатностей більшості операторів.

Кількість органів керування повинне бути мінімальним, а їхнє переміщення при виконанні операцій, повинне бути

максимально простим і легким. Переміщення органів керування, які відповідають «природним» рухам оператора, більш ефективні і менш стомлюючі, чим переміщення, які здаються йому незручними або важкими. Переміщення органів керування повинні бути по можливості короткими, погодженими з вимогами точності і «відчуттям» положення органа.

Органи керування повинні мати достатній опір, щоб зменшувати можливість випадкового включення їх під вагою руки або ноги. Для органів керування, що вимагають одиничного додатка зусилля або безперервного додатка зусилля протягом коротких періодів, раціональним максимальним опором є половина найбільшого зусилля, що розвиває оператором. У органів керування, до яких зусилля додаються безупинно, або протягом більших періодів часу, опір повинен бути значно меншим.

На високошвидкісних літаках або космічних літальних апаратах, де оператор не може прикласти достатнє зусилля до органів керування без сторонньої допомоги, і коли необхідно застосовувати системи керування з підсилювачами потужності або повністю автоматизовані системи керування, потрібно створювати штучну подобу опору органів керування.

При проектуванні потрібно передбачати, щоб досяжність органів керування була забезпечена для водія з мінімальним ростом, але щоб робоче місце одночасно було досить просторим для людини з максимальним зростом.

Ергономічні вимоги до порядку розміщення органів керування:

- кількість і траєкторія робочих рухів повинні бути скорочені до мінімуму;
- необхідна функція повинна робитися за допомогою мінімального числа операцій;
- варто уникати розташування органів керування, послідовно використовуваних, на різних висотах;
- всі органи керування потрібно розміщувати таким чином, щоб по можливості звести робочі рухи до руху передпліччя, кисті, пальців рук, допускаючи рухи плечового суглоба тільки у виключному випадку;
- найбільш важливі і часто використовувані органи

керування розміщаються в оптимальному робочому просторі, що обмежується радіусом дуги в ліктьовому суглобі – 340 мм;

- аварійні і відповідальні органи керування необхідно розміщати в оптимальній зоні досяжності рук;
- другорядні органи керування та індикатори розміщаються в зоні максимальної досяжності руки (радіус дуги в плечовому суглобі – 550 мм).

Якщо передбачається послідовне використання органів керування та індикаторів, то:

- послідовність розташування повинна збігатися з послідовністю використання;
- органи керування розміщаються в горизонтальній площині ліворуч праворуч або у вертикальній площині зверху вниз, або рядами від верхнього ряду до нижнього й ліворуч праворуч у кожному ряді;
- органи керування встановлюються з мінімально доступними інтервалами;
- індикатори і органи керування розміщуються в однаковому порядку (наприклад, якщо індикатори розташовуються в горизонтальному порядку, той і відповідний органи керування – у тім же порядку).

Якщо органи керування перебувають поруч зі своїми індикаторами, то рука водія при перемиканні не повинна закривати індикатор, тому ручку, керовану правою рукою водія, треба поміщати праворуч або нижче відповідного або взаємозалежного індикатора, а ручку, керовану лівою рукою – ліворуч або нижче відповідного індикатора.

Якщо органи керування розташовані на одній панелі, а пов'язані з ними індикатори на іншій, то відносне розміщення елементів на обох панелях повинне бути однаковим. Напрямок руху рукояток органів керування повинний збігатися з напрямком руху стрілок індикаторів.

Питання для самоперевірки

1. Що розуміють під організацією робочого місця водія?
2. Яка мета антропометричної оцінки проектів при їхньому ергономічному вивченні?

3. Що характеризує оглядовість з робочого місця водія?
4. Перелічіть методи виміру і оцінки оглядовості.
5. Яким вимогам повинне задовольняти місце водія автомобіля?
6. Для чого виконуються макети внутрішнього простору кузова автомобіля?
7. Для яких цілей використовуються тривимірні посадкові манекени?
8. Які вимоги пред'являються до органів керування транспортним засобом?
9. Назвіть ергономічні вимоги до порядку розміщення органів керування транспортними засобами.
10. Розкажіть загальні принципи проектування органів керування.

8 РОЗРОБКА ПАНЕЛІ ПРИЛАДІВ

8.1 Загальна компоновка панелі приладів

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 компонування 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 компонуванні 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 звичайно лежить поблизу нижньої границі зони оглядовості переднього вікна, то панель приладів доводиться розміщувати таким чином, що її видно водієві тільки в просторі між ободом керма в його верхній частині та маточиною кермового колеса. Виходячи із цього здійснюють наступну побудову.

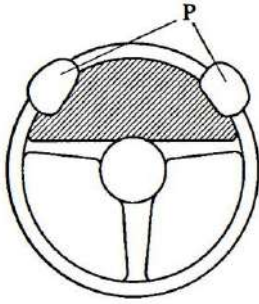


Рисунок 8.1 – Зона оглядовості через кермо

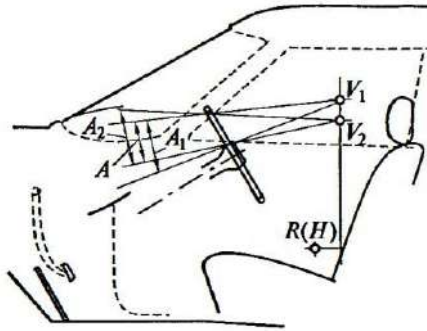


Рисунок 8.2 – Побудова зони розташування панелі приладів

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_2 .

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 приладів 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 компоюванні 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 компоюванні 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 літероцифровий 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 місцях, 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.

8.2 Інформативність панелі приладів

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 рухливі 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 повинна 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.

8.3 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...).

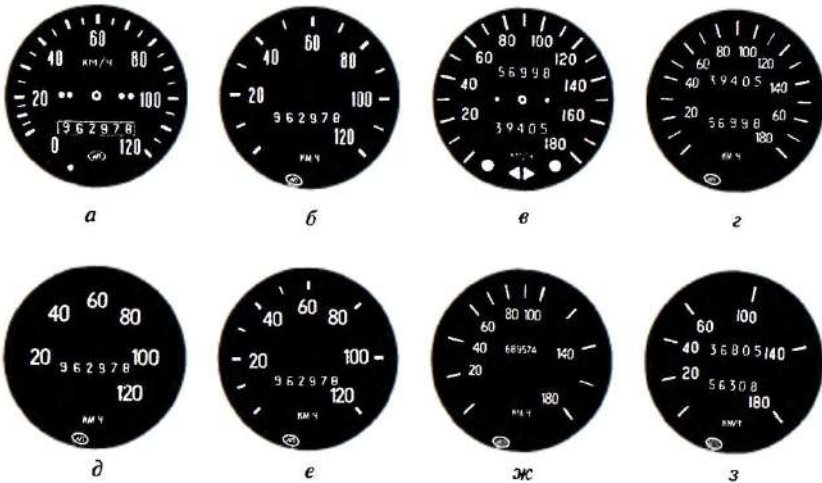
Найбільш зручний для читання і такий що дає найменший відсоток помилок зчитування – це десятковий модуль. Якщо вимірювана величина виражається більшими числами, то на шкалі застосовується десятковий модуль оцифровки й указується загальний множник, наприклад $\times 100$. Для тахометра можна застосовувати 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.

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'язку 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 показчика.

У цьому випадку орієнтація цифр на шкалі – радіальна, але вони з'являються у віконці для зчитування у вертикальному виді.



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

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

дуговий і прямокутної горизонтальної — ліворуч праворуч; при прямокутної вертикальної — знизу нагору.

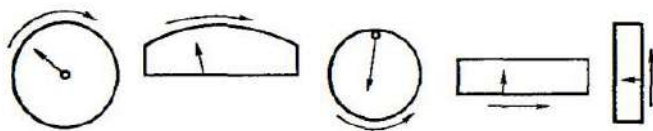


Рисунок 8.4 – Напрямок руху стрілки при зростанні показань

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 якому 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 накалювання, 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.

8.4 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 спрацювувати 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 відрізняються від інших і тому його легше виявити.

Але угруповання може більше допомогти водієві; при показі положень 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 шкали.

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).

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 ним 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 градувальними 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.

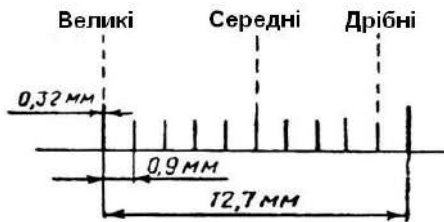


Рисунок 8.5 – Шкали з нормальним висвітленням

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 градувальних 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 градувальних 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);
- 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).

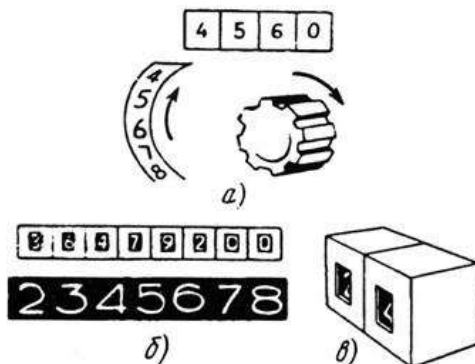


Рисунок 8.7 – Цифрові лічильники

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 проектування 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?

9 КОМФОРТАБЕЛЬНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

9.1 Втома водія (оператора)

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, виконуване 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 схоронність 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.

9.2 Види комфортабельності – кліматична, вібраційна, акустична

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°С. При зниженні температури до 13°С ступінь відносної небезпеки ДТП зростає в 1,5 рази, а при підвищенні її до 27 °С – в 1,6 рази.

Одним з вимог техніки безпеки і гігієни праці є виключення можливості проникнення в кабіну 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 утоми, 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 відхилення, які можуть привести до з'їзду з дороги, несподіваному повороту рульового колеса, засипанню.

Оксид вуглецю засмоктується 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 допустиму 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 неприємних 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).

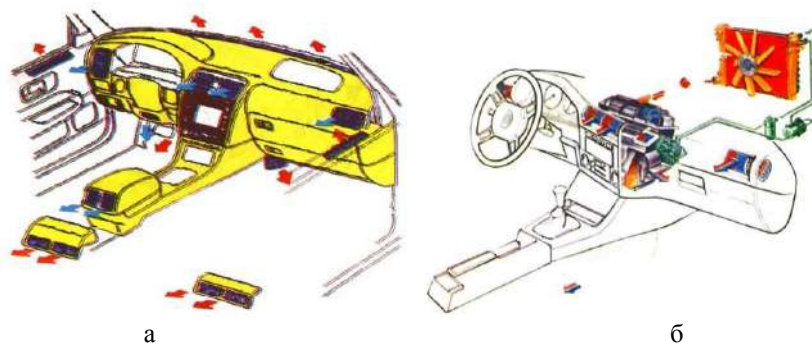


Рисунок 9.1 – Приклади багатозонних кліматичних систем легкових автомобілів

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°C, у літнє 23...25°C при відносній його вологості 40...60 %. Припустимої є температура повітря 28°C при тій же вологості і незначній його швидкості (близько 0,1 м/с).

За результатами французьких дослідників, для легких

зимових робіт рекомендується температура повітря 18...20°C при його вологості 50...85 %, а для літніх 24...28 °C при вологості повітря 35...65%.

По іншим закордонним даним, водії автомобілів повинні працювати при більше низьких температурах (15...17°C у зимовий період експлуатації і 18...20°C у літній) при відносній вологості повітря 30...60 % і швидкості його руху 0,1 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°C.

Залежно від умов роботи для забезпечення комфортних умов температуру в зимовий період можна приймати рівної 21°C при легкій роботі, 18,5°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 кабіну 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 кабіни трактора (за винятком поверхонь скла і панелі, розташованої під щитком 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 кондиціонування.

9.3 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).

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 повітрязабірника на зовнішній поверхні автомобіля, типом застосовуваного вентилятора і його розташуванням щодо радіатора нагрівника (на вході або на

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

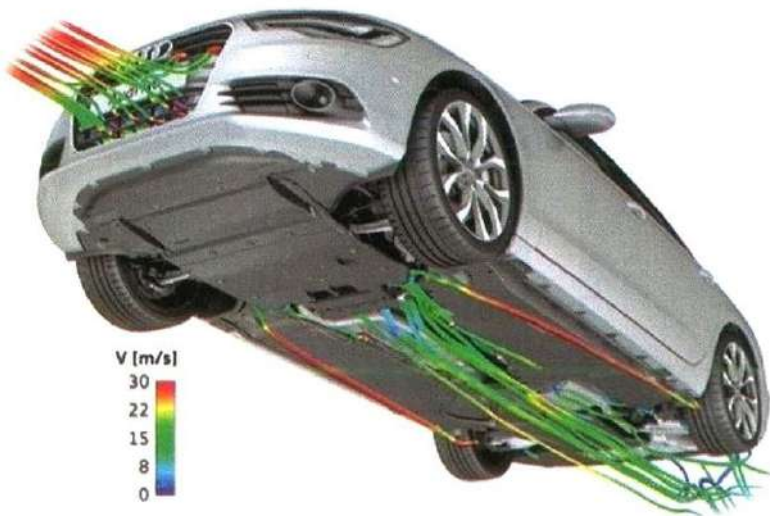


Рисунок 9.2 – Комп’ютерна візуалізація напрямку повітряних потоків системи охолодження двигуна автомобіля AUDI, виконана в системі САТІА для аналізу їх швидкості, напрямку руху й температури

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 повітрязабірнику встановлюють водовідбивні перегородки, жалюзі та кришки, що приводять у дію зсередини кабіни.

Для забезпечення подачі повітря в кабіну 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 установлюють 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 кабіну. 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.

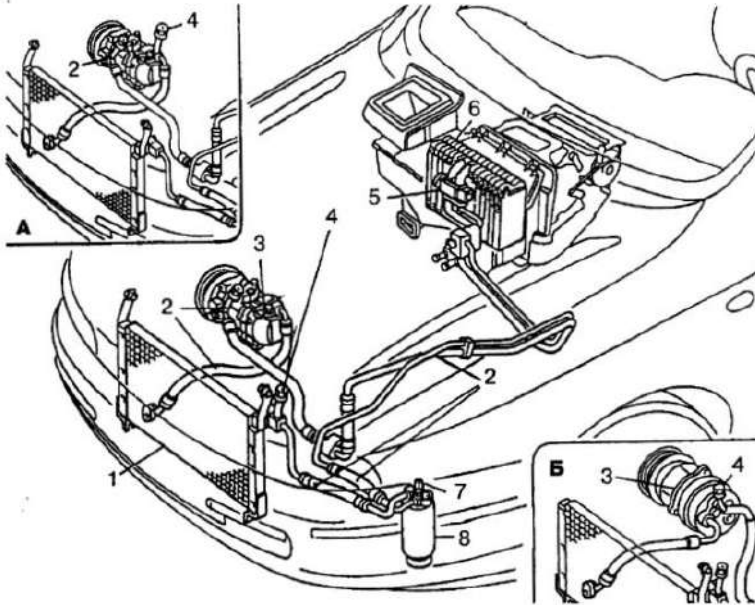
У якості розрахункової, при виборі й оцінці ефективності роботи пристрою для очищення оброблюваного повітря від пилу в системі опалення й вентиляції кабіни, можна прийняти початкову концентрацію пилу 50...150 мг/м³ при її дисперсному составі, що характеризується розміром часток пилу 5 мкм і менше.

При цьому відзначимо, що частки такого високодисперсного 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 повітрязбірника, 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.

9.4 Організація мікроклімату на робочому місці водія

У наш час одержали поширення кондиціонери – пристрої для штучного охолодження повітря, що надходить у кабінку (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 парокомпресійного 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 плинину повітря.

Із усього різноманіття фільтруючих матеріалів, застосовуваних у фільтрах системи обезпилювання вентиляційного повітря кабін, можна виділити три групи: ткани із

природних, синтетичних і мінеральних 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?

10 ІНТЕР'ЄР КУЗОВА І КАБІНИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

10.1 Компонування внутрішнього простору кабіни і кузова

При розробці інтер'єра пасажирського салону або кабіни 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 компонованням внутрішнього простору автомобіля або кабіни 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 компоновання треба розглядати окремо.

10.2 Компонування 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 пасажира 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 компоюванню і вони залежать від передбачуваного силуету кузова, висоти водійського сидіння та інших факторів, а насамперед – від класу автомобіля.

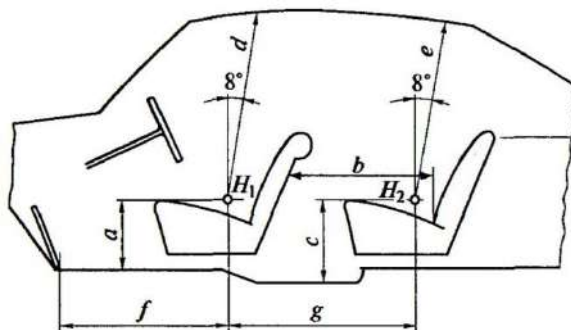


Рисунок 10.1 – Схема салону легкового автомобіля

Координати крапок H_1 і H_2 визначаються з урахуванням деформації подушки сидіння та спинки від впливу ваги сидячої людини. Для компоювання 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 контакті зі спиною пасажиря – 540...600 мм (для водійського сидіння глибина становить 450...500 мм, а дійсна висота спинки – 500...560 мм).

Всі розміри, що відносяться до наведеної компоювочної 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.

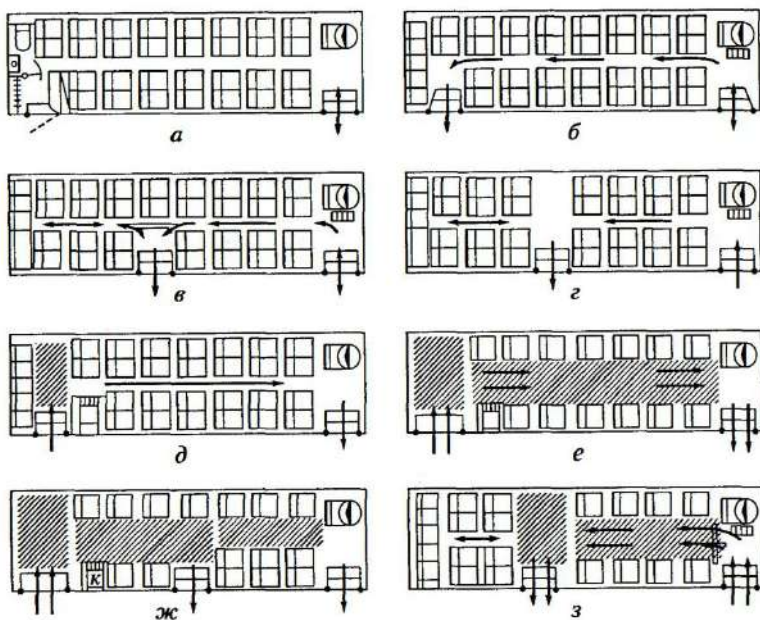
10.3 Компоювання салону автобуса

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 автобуси 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, зведеної – 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 зведеному 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 сидінь 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 назад.

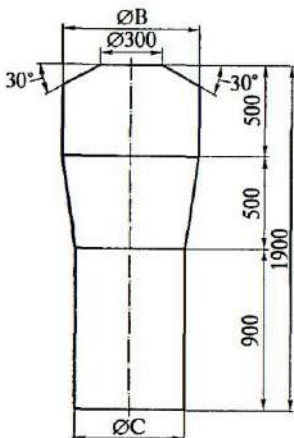


Рисунок 10.3 – Контрольний пристрій для перевірки проходів у салоні автобуса

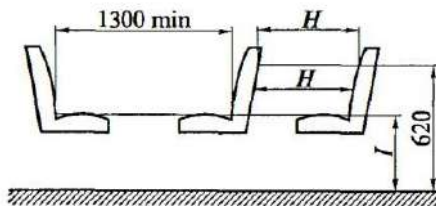
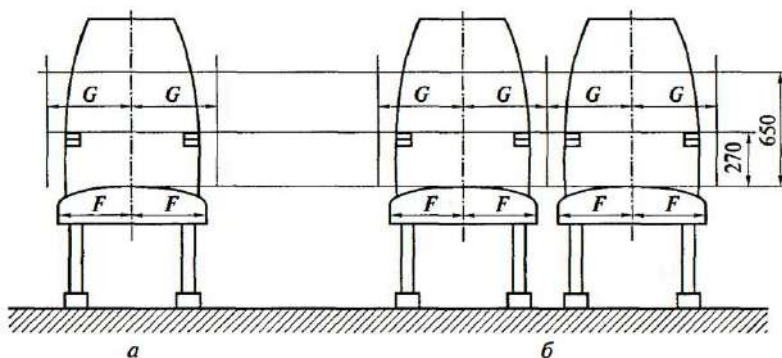


Рисунок 10.5 – Відстань між сидіннями Н і висота подушки I сидіння



а – індивідуальне сидіння; б – здвоєне сидіння

Рисунок 10.4 – Розміри ширини пасажирських сидінь автобусів

10.4 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 забрудненню, легко очищатися, бути зносостійкою і не зношувати одяг.

Питання для самоперевірки

1. З чого починається процес компоунування 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 компоунуванні?
6. Які фактори визначають конструкцію і габаритні розміри сидінь?
7. Назвіть найбільш поширені схеми планування салонів автобусів.

11 КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

11.1 Фактори і причини виникнення дорожньо-транспортних пригод

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.

11.2 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 (тягово-швидкісна, гальмові, стабільність, керованість, інформативність);
- властивості, що не залежать або залежать у незначному ступені від дій водія по керуванню транспортним засобом (надійність 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 волокон. 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.

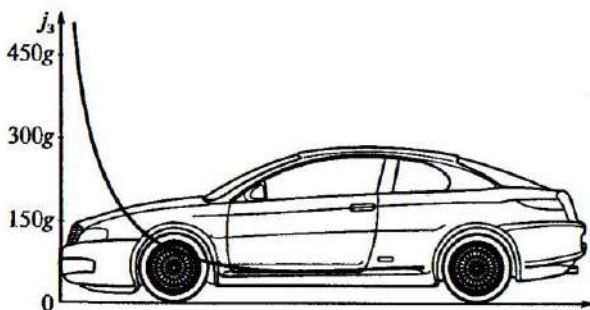


Рисунок 11.1 – Зміна вповільнення j_z по довжині автомобіля при наїзді його на нерухому перешкоду

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).

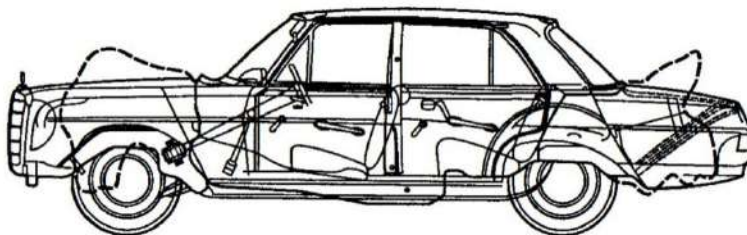


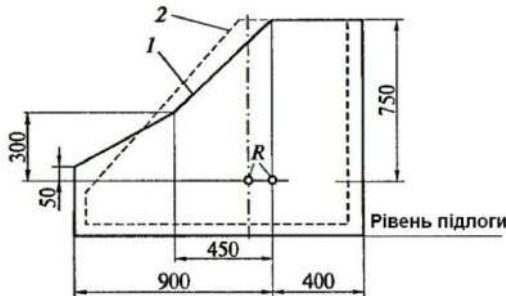
Рисунок 11.2 – Оптимальний характер деформації передньої й задньої частин автомобіля відповідно при наїзді на перешкоду й при ударі позаду

11.3 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).



1 – в Італії; 2 – у США

Рисунок 11.3 – Життєвий простір рекомендований для легкових автомобілів

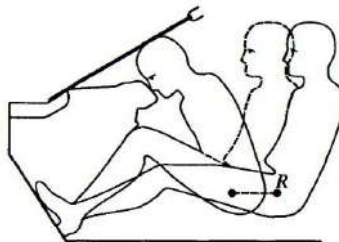


Рисунок 11.4 – Відносне положення голови й колін пасажирів при ударі

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 мм² і закруглені краї з радіусом закруглення не менш 2,5 мм.

Життєвий простір у кабіні вантажного автомобіля визначається за результатами імітаційних випробувань на перекидання й фронтальне 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.

11.4 Захисні системи

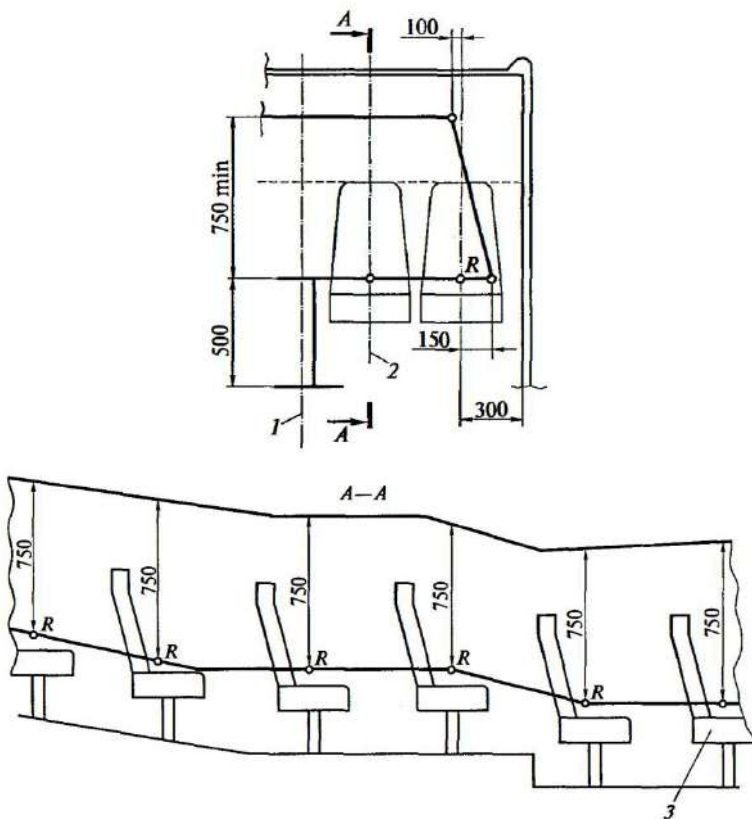
Підголівники. Дія на людину інерційних сил у передньому й задньому напрямках, при ударі автомобіля позаду, в більшості випадків не викликає ушкоджень, тому що подушки сидінь і спинки є гарними амортизаторами. Однак різкий удар позаду викликає різкий рух голови назад, у результаті чого можуть бути ушкоджені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

11.5 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).

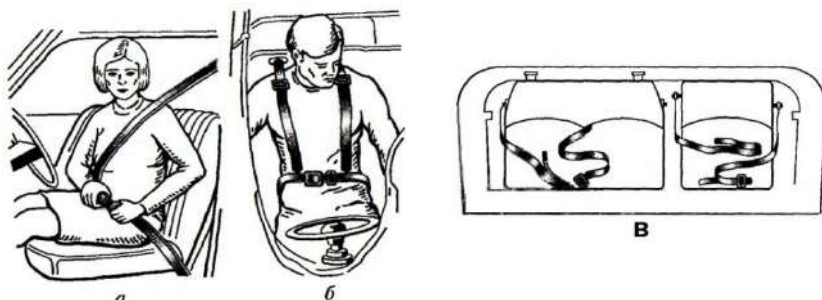


1 – центральна лінія транспортного засобу; 2 – центральна лінія сидінь;
3 – переднє пасажирське сидіння транспортного засобу

Рисунок 11.5 – Життєвий простір в автобусі

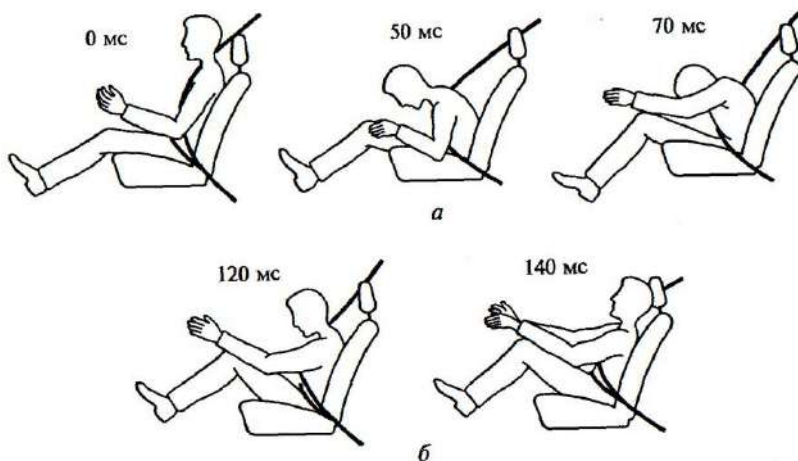
Триточковий ремень застосовується переважно в легкових автомобілях, поясний – у вантажних, подвійний плечовий – у гоночних автомобілях. Процес переміщення людини, закріпленого триточковим ременем безпеки, у результаті лобового (фронтального) зіткнення легкового автомобіля показаний на рис. 11.7. Досвід 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 бічному ударі – 30 %, а при перекиданні – 50 %.



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

Рисунок 11.6 – Ремені безпеки



а – рух уперед; б – рух назад

Рисунок 11.7 – Фази переміщення манекена, закріпленого триточковим ремнем безпеки, при лобовому зіткненні

Оптимальне положення триточкового ремня безпеки показано на рис. 11.8. Лямка ремня 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.

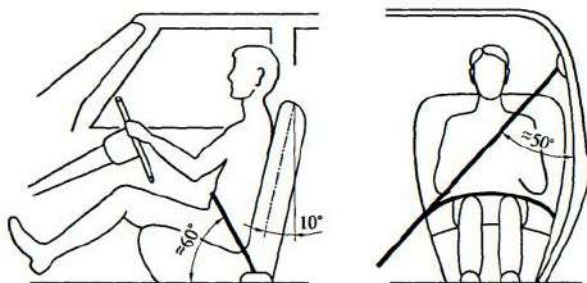


Рисунок 11.8 – Оптимальне положення триточкового ременя безпеки

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 котушок, що дозволяють вільно розмотуватися ремінь при плавних переміщеннях людини й блокувати його при прискореннях людини (0,4...0,5).

11.6 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.

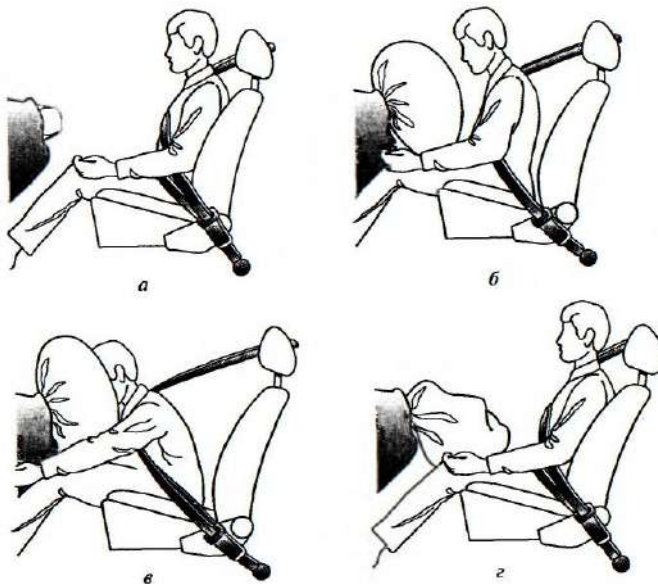


Рисунок 11.9 – Схема дії подушки безпеки

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 пасажирами, охороняючи їх від ударів.

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.

11.7 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 шести-стійковий 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?

12 СИСТЕМА «ЛЮДИНА-МАШИНА- -НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»

12.1 Загальні відомості про систему «людина-машина» (СЛМ)

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 відповідними 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 деяким даними, через помилки людини – водія й пішохода – відбувається більше 80 % ДТП.

12.2 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 своєрідні 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 піддаються всім впливам навколишнього середовища (добовим, погодним, 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?

13 АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАШИНИ. КОЛІР В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

13.1 Аеродинамічні властивості колісної машини

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 піднищевої зони і кормової частини, зменшує аеродинамічний опір АТЗ та рівень їх забруднення, 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.

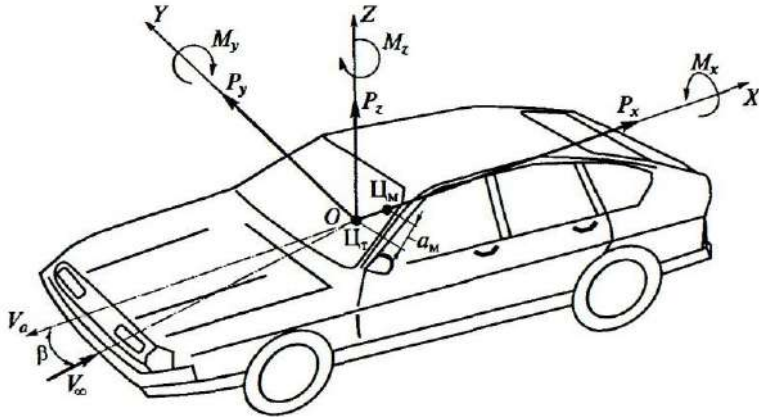
На утворення та схід вихрів з поверхні кузова витрачається значна кількість енергії, яка компенсується двигуном автомобіля, що споживає на це додаткову кількість палива.

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

Для цього при проектуванні 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.

Крім кутів нахилу облицювання радіатора, капота й вітрового скла на обтічність носової частини кузова впливає ступінь

закруглення верхньої і бічних фронтальних крайок капота.



$\text{Ц}_г$ – центр мас автомобіля; $\text{Ц}_м$ – метacentр; 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

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 величину 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 впритул 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 проєктованого 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 встановленого впритул з ним приклеєного скла;
- поліпшення протікання потоків у підднищевій зоні шляхом ретельного відпрацьовування днища в сполученні з оптимізацією дорожнього просвіту й установкою кузова з негативним тангажем.

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 вдосконалювання 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.

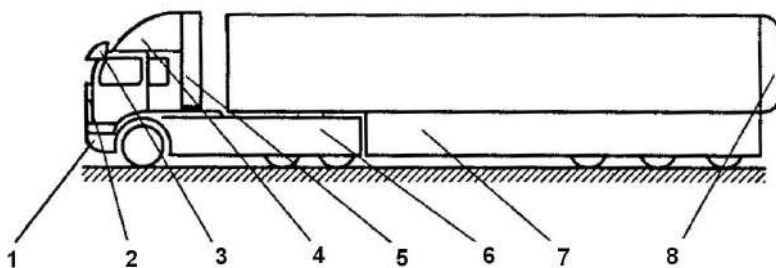
Висока кабіна забезпечує помітне зменшення аеродинамічного опору автопоїзда у всьому діапазоні зміни кута натікання потоку. При цьому найбільше зниження коефіцієнта C_x

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 коефіцієнта 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 балансу потужності 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.

13.2 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 мільярдній 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.

13.3 Основні принципи застосовувані в художньому конструюванні

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 розрізнити 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 та 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 напрямками 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 колірному 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.

14 ЗАСТОСУВАННЯ САПР ПРИ КОНСТРУЮВАННІ АВТОМОБІЛІВ

14.1 Стан ринку САПР у світі і сучасні системи застосовувані в автомобілебудуванні

Ефективним засобом ергономічного проектування стають автоматизовані системи проектування (САПР), що складаються з ЕОМ, графічних пристроїв уведення – 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 спонукає 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 відповідно 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.

14.2 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.

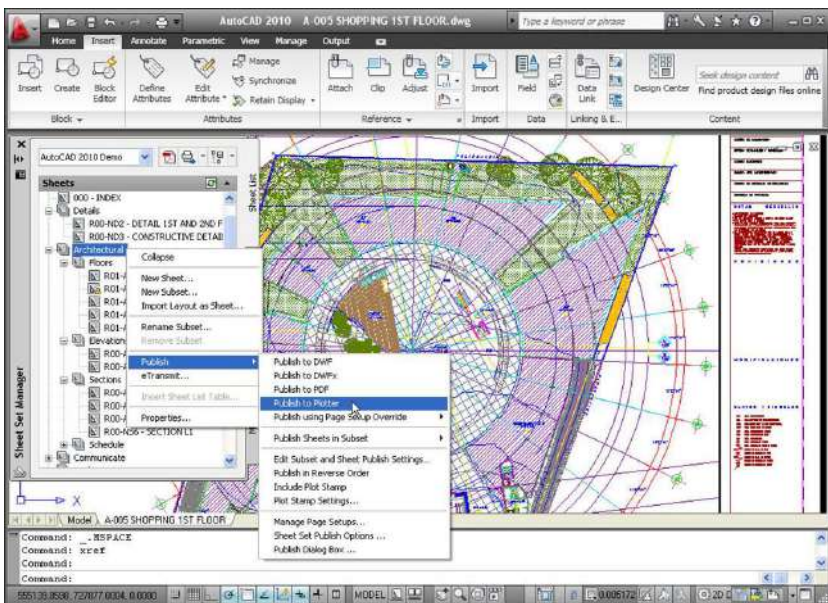


Рисунок 14.1 – Інтерфейс програми AutoCAD

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 уважаються 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 визначити 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).

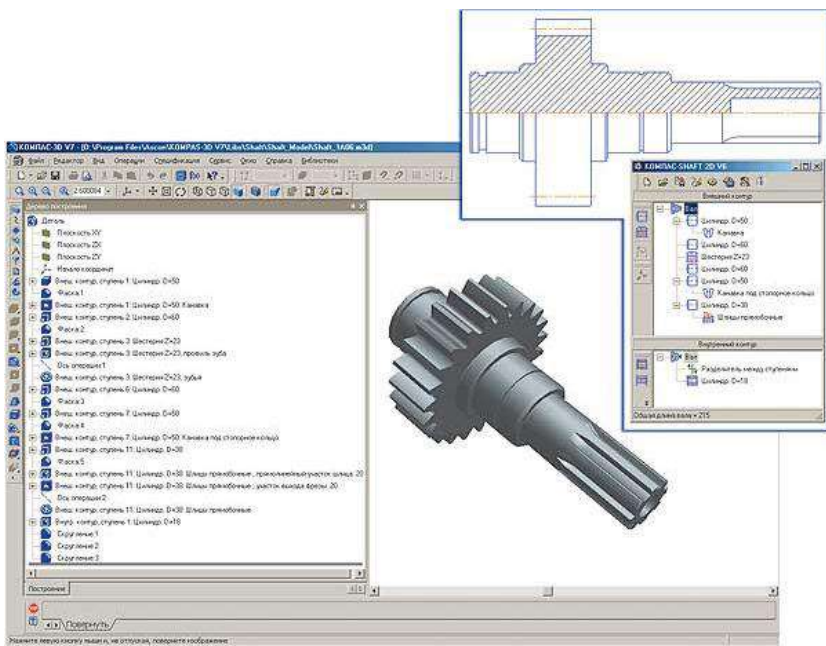


Рисунок 14.2 – Розробка геометрії деталі та виконання робочих креслень в програмі Компас

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 заготівлі 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.

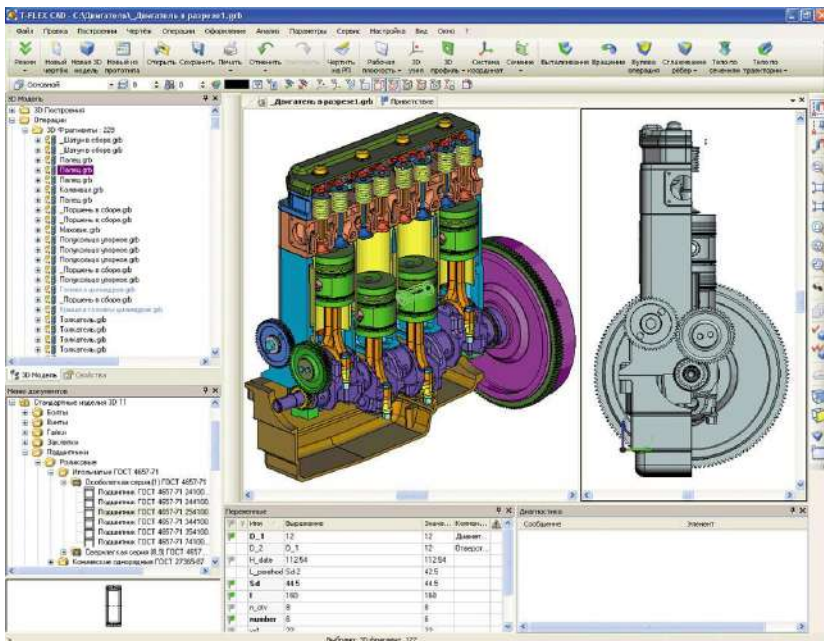


Рисунок 14.3 – Проект двигуна розроблений в системі T-FLEX

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.

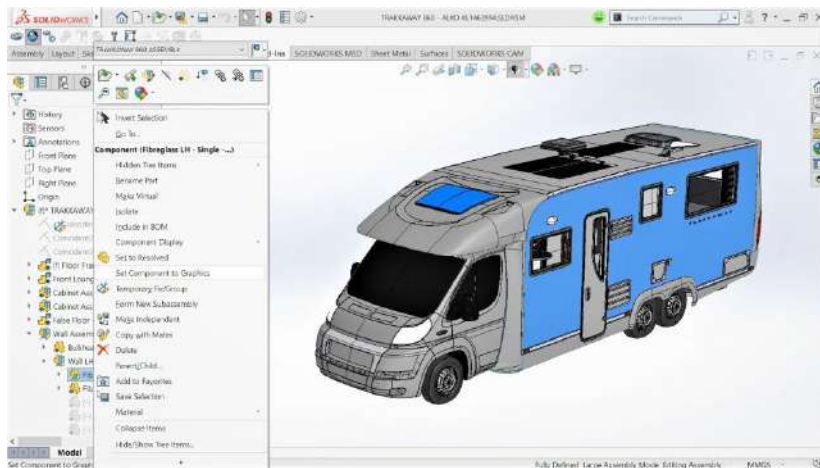


Рисунок 14.4 – Вікно програми SolidWorks 2018

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 напруги, деформації, теплообмін, розподіл магнітного поля, потоки рідин та інші завдання з безперервними середовищами, вирішувати які яким-небудь іншим методом виявляється просто непрактично.

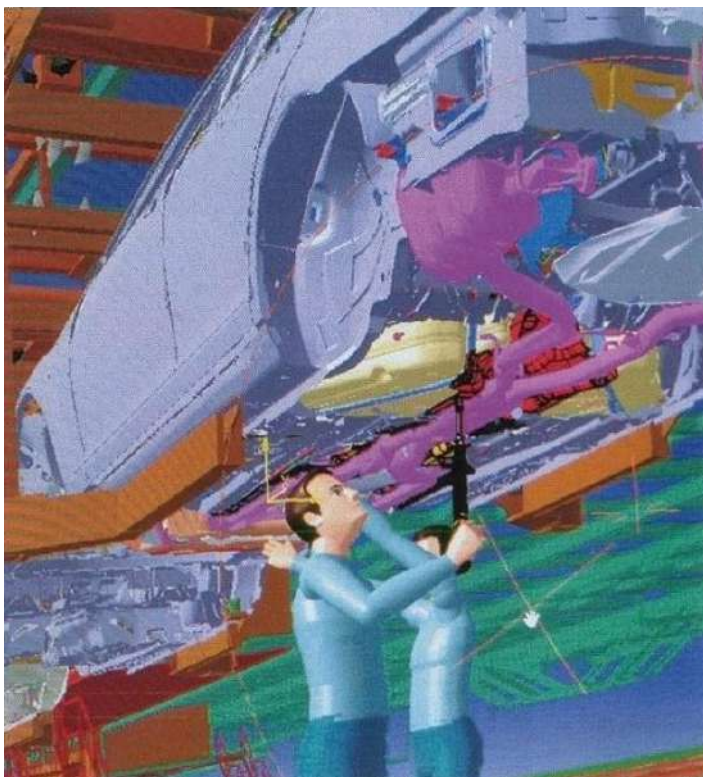


Рисунок 14.5 – Проектування і оптимізація робочого процесу в системі САПР

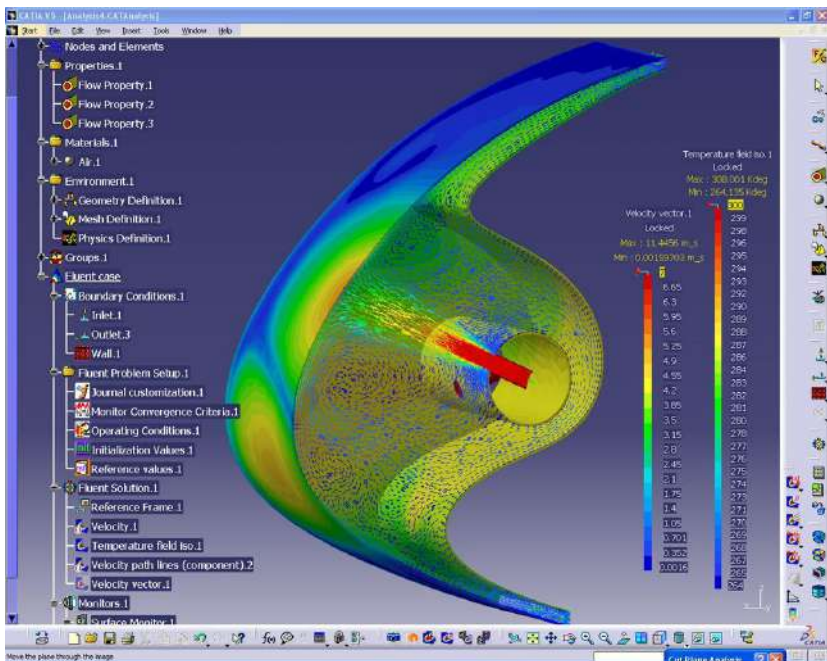


Рисунок 14.6 – Аналіз конструкції деталі в САТІА

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.

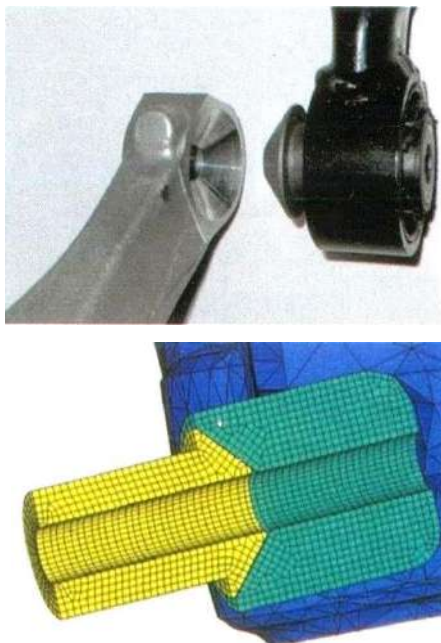


Рисунок 14.7 – Розрахунок елементів підвіски Ford Mondeo методом кінцевих елементів

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.

14.3 Перспективи застосування моделювання віртуальних реальностей в ергономічному проектуванні

Принципово нові можливості для ергономічного моделювання і проектування відкриваються зі створенням світу віртуальної реальності (VR). 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).

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, використовувана комп'ютером для створення і демонстрації графічних програм. Однак, на відміну від інших графічних програм. VR-комп'ютер за допомогою приводів, приєднаних до шолома і рукавичок, уловлює рух голови і тіла

людини, та відповідно регулює спостережуваний нею світ.



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

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 тім, 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 XX сторіччя.

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



Рисунок 14.9 – Аналіз результатів «віртуального» краш-тесту автомобіля

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

Із застосуванням VR з'явилася можливість замовникам оглянути проєктований автомобіль. Можна «посидіти» 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.

14.4 Швидке прототипування і виготовлення

Швидке виготовлення прототипу (Rapid Prototyping – RP)

– це нові технології, що активно розвиваються в проектній 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.

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.

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.

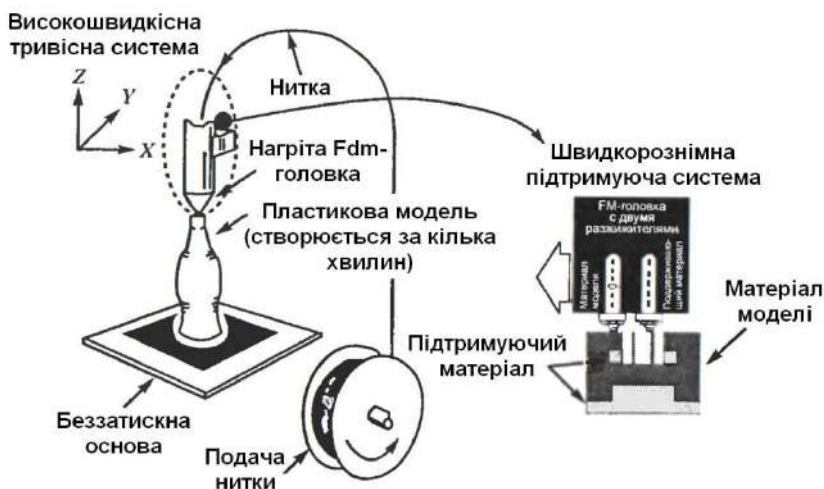


Рисунок 14.10 – Моделювання методом наплавлення (Stratasys Inc.)

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

Виготовлення прес-форм. Прототипи, що мають достатню міцність, використовуються для швидкого виготовлення прес-форм для лиття по виплавленим моделям 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.

ЛИТЕРАТУРА

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.
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 автомобилей. 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: 23.09.2021)
32. Эргономика. URL: <https://psychology.academic.ru/2967/эргономика> (дата

- звернення: 23.09.2021)
33. Эргономика. URL: <http://chernykh.net/content/view/164/> (дата звернення: 23.09.2021)
 34. Эргономика — что нужно знать? <http://ergonomikapc.ru/> (дата звернення: 23.09.2021)
 35. ГОСТ Р МЭК 60447-2000 Интерфейс человеко-машинный. Принципы приведения в действие. <http://www.docload.ru/Basesdoc/39/39796/index.htm> (дата звернення: 23.09.2021)
 36. ГОСТ Р МЭК 60073-2000 Интерфейс человеко-машинный. Маркировка и обозначение органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации. URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/39/39795/index.htm> (дата звернення: 23.09.2021)
 37. Описание САПР. URL: <http://seniga.ru/sapr.html> (дата звернення: 23.09.2021)
 38. АСКОН - комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. САД/АЕС/PLM. URL: <https://ascon.ru/products/7/review/>. (дата звернення: 23.09.2021)
 39. Система NX (колишня назва - Unigraphics) компанії Siemens. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/>. (дата звернення: 23.09.2021)
 40. Система CATIA. URL: <https://www.3ds.com/products-services/catia/>. (дата звернення: 23.09.2021)
 41. Система SolidWorks. URL: <https://www.solidworks.com>. (дата звернення: 23.09.2021)
 42. Welcom to ANSYS, Inc. – Corporate Homepage. URL: <https://www.ansys.com>. (дата звернення: 23.09.2021)
 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: 23.09.2021)
 44. Система Autodesk Inventor. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>. (дата звернення: 23.09.2021)

Навчальне видання

АРТЮХ Олександр Миколайович
ДУДАРЕНКО Ольга Василівна
КУЗЬМІН Віктор Володимрович
СОСИК Андрій Юрійович
ЩЕРБИНА Андрій Васильович

ОСНОВИ ЕРГОНОМІКИ

Навчальний посібник

Технічні редактори: Білостоцька А. О., Желізний О. І.,
Пругло А. М., Решетняк О. В.
Комп'ютерний набір: Білостоцька А. О., Желізний О. І.,
Пругло А. М., Решетняк О. В.
Комп'ютерна верстка: Білостоцька А. О., Желізний О. І.,
Пругло А. М., Решетняк О. В.

Підписано до друку 30.12.2021. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 9,76.
Тираж 100 прим. Зам. № 1033.

Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6952 від 22.10.2019.