

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни

"Основи ергономіки"

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

Частина 1 - змістовий модуль 1.

Виникнення і розвиток дисципліни ергономіки.

Антропометрія і машина.

Загальна компоновка автомобіля

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни "Основи ергономіки" для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби") усіх форм навчання. Частина 1 - змістовий модуль 1. Виникнення і розвиток дисципліни ергономіки. Антропометрія і машина. Загальна компоновка автомобіля / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 82 с.

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

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

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

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

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

ЗМІСТ

Частина 1

Вступ	4
Тематичний план лекційних занять	6
Лекція № 1. Вступ до курсу "Основи ергономіки"	9
Лекція № 2. Виникнення і розвиток ергономіки	13
Лекція № 3. Антропометрія і машина	23
Лекція № 4. Основи художнього конструювання автомобілів	33
Лекція № 5. Розробка зовнішніх форм транспортних засобів	42
Лекція № 6. Загальна компоновка автомобіля	50
Лекція № 7. Компонування робочого місця водія	64
Рекомендована література	80
Основна	80
Додаткова	80
Інформаційні ресурси	82

Частина 2

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

ВСТУП

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

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

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

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

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

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

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

- методи фіксації поверхні форми кузова і кабіни.

вміти:

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

володіти:

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

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

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

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

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

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

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

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

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

Змістовий модуль 1. Виникнення і розвиток дисципліни ергономіки. Антропометрія і машина. Загальна компоновка автомобіля.

Тема 1. Вступ до курсу "Основи ергономіки" (2 год.)

Визначення, цілі і завдання дисципліни; передумови виникнення

ергономіки; предмет ергономіки; короткі відомості про розділи ергономіки: антропометрія, інженерна психологія, хіротехніка, дизайн; короткі відомості про дизайн і його зв'язок з ергономікою; ергономіка і дизайн як вид професійної діяльності - 4 аспекти (соціальний, технічний, економічний, естетичний).

Тема 2. Виникнення і розвиток ергономіки (2 год.)

Інженерна психологія і хіротехніка - причини виникнення, їх предмет і зміст. Основні завдання інженерної психології. Мета і завдання хіротехніки. Вимоги хіротехніки до органів керування транспортними засобами. Способи захвату важелів управління машиною рукою оператора.

Тема 3. Антропометрія і машина (2 год.)

Основні відомості про антропометрію. Завдання конструктора при створенні машин. Фактори, що впливають на вимірювання людського тіла. Варіативність людей. Одяг та спорядження оператора, їх вплив на процес управління машиною. Поняття "перцентіль". Кореляційні таблиці.

Тема 4. Основи художнього конструювання автомобілів (2 год.)

Теорія промислового дизайну. Спільна робота дизайнера і інженера-конструктора. Технічна естетика та її вимоги. Основні напрямки художнього конструювання автомобілів. Поняття "Стайлінг". Принципи та методи художнього конструювання. Функціональний і композиційний аналіз.

Тема 5. Розробка зовнішніх форм транспортних засобів (2 год.)

Засоби композиції, види і особливості форм транспортних засобів. Підпорядкованість елементів форми. Динамічність форми транспортних засобів. Статичність. "Золотий перетин". Симетрія і асиметрія. Композиція автомобіля. Компонування і типи форм легкових, ва-

нтажних автомобілів, автобусів і тракторів.

Тема 6. Загальна компоновка автомобіля (2 год.)

Технічне завдання та ескізний проект. Технічні вимоги замовника. Вибір параметрів і показників проєктованого автомобіля. Затвердження технічного завдання. Ескізний проект. Модель форми автомобіля. Макети зовнішніх форм кузова, внутрішнього простору, елементів зовнішнього і внутрішнього оздоблення. Техніка макетування, контрольні перевірки. Технічний проект, ув'язочна схема, макет шасі.

Тема 7. Компонування робочого місця водія (2 год.)

Загальні відомості про конструювання. Оглядовість - методи її вимірювання та оцінки. Посадочні манекени, їх види та основні принципи їх використання. Конструювання внутрішнього простору автомобіля. Використання двовимірних шаблонів. Розміщення органів керування транспортним засобом - загальні принципи конструювання та ергономічні вимоги.

ЛЕКЦІЯ № 1. ВСТУП ДО КУРСУ "ОСНОВИ ЕРГОНОМІКИ"

План лекції. Інженерна психологія і хіротехніка - причини виникнення, їх предмет і зміст. Основні завдання інженерної психології. Мета і завдання хіротехніки. Вимоги хіротехніки до органів керування транспортними засобами. Способи захвату важелів управління машиною рукою оператора.

Література: [1], с.5-7; [2], с.3-4; [3], с.6-15; [19], с.9-36; [6], с.118-135, 182, 227; [20], с.92-113; [25], с.7-27; [4], с.106-203; [5], с.237-239, 242-257; [20], с.3-8, 44-58, 118-127; [6], с.20-30; [23], с.4-6; [22], с.9-10.

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.

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.

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.

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 компонування 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 пасажирів. 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, шляхопрово-

ди, 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 компонування 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 кабін 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.

ЛЕКЦІЯ № 2. ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТОК ЕРГОНОМІКИ

План лекції. Інженерна психологія і хіротехніка - причини виникнення, їх предмет і зміст. Основні завдання інженерної психології. Мета і завдання хіротехніки. Вимоги хіротехніки до органів керування транспортними засобами. Способи захвату важелів управління машиною рукою оператора.

Література: [1], с.32-40; [19], с.9-36; [6], с.118-135, 182, 227; [20], с.92-113; [25], с.7-27.

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.

Остаточню 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 XX 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 XX 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 "лю-

дина-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 СЛМ.

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 XX 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.

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 впливають 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.

Проблемою відповідності форми елементів і інструмента (пов'я-

заних 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.

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 коду-

вати 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, тумблери, 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.

Тумблери повинні відповідати наступним вимогам:

- діаметр ручки тумблера - 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 чому 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 компонування 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.

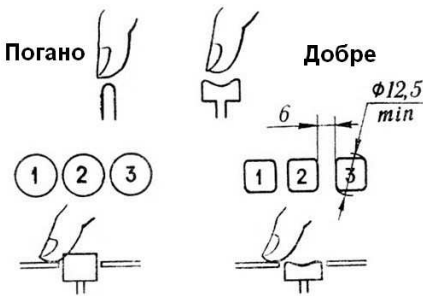


Рисунок 2.1 – Приклади конструктивного виконання кнопок

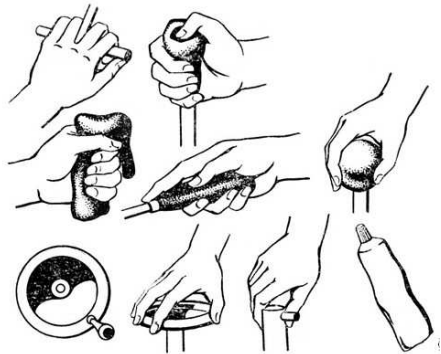


Рисунок 2.2 – Виконання рукояток згідно вимог хіротехніки

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.

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

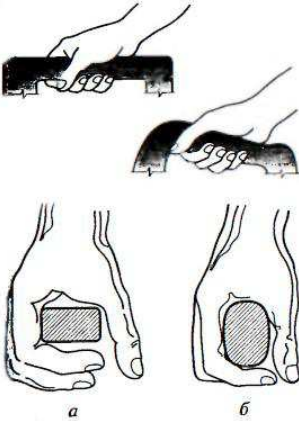
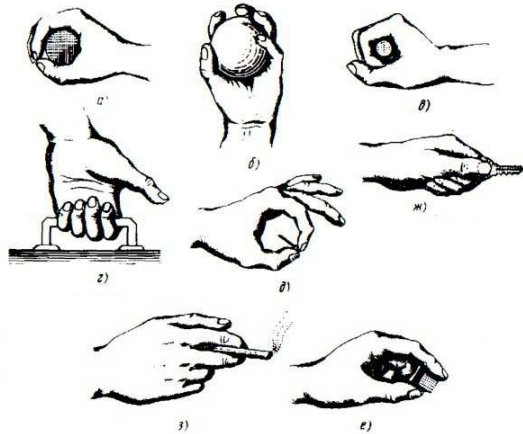


Рисунок 2.3 – Приклади рукояток ручного інструмента



а - циліндричний, б - сферичний, в - захват у кулак, г - захват крючок, д - кінцевий, е - пальмарний, ж - ключевий, з - ножичний
Рисунок 2.4 – Способи захватів

Рухи кисті діляться на хватальні і нехватальні. При хватальних рухах (захватах) рукоятка, предмет або його частина втримуються в певному положенні пальцями або долонею. При нехватальних 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 взає-

модіє із предметом.

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

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, сокирища, 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 тягучих 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.

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 поверх-

нею вказівного пальця і більшим 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?

ЛЕКЦІЯ № 3. АНТРОПОМЕТРІЯ І МАШИНА

План лекції. Основні відомості про антропометрію. Завдання конструктора при створенні машин. Фактори, що впливають на вимірювання людського тіла. Варіативність людей. Одяг та спорядження оператора, їх вплив на процес управління машиною. Поняття "перцентиль". Кореляційні таблиці.

Література: [1] с.8-28; [2] с.7-15; [6], с.120-129; [21], с.56-81; [22], с.25-27, 403-458.

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 м'язів. 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).

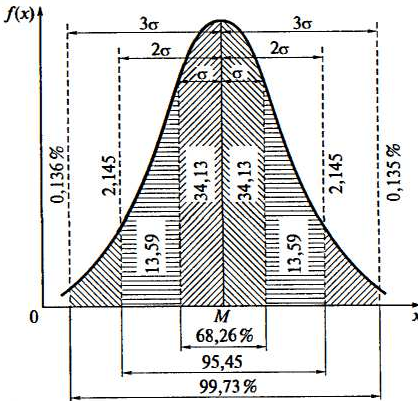


Рисунок 3.1 - Графік нормального розподілу випадкової величини

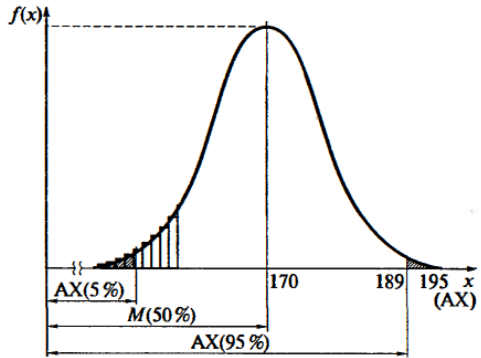


Рисунок 3.2 – Побудова кривої розподілу значень антропометричної характеристики

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%.

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 пе-

ребуває 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 перцентиль 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.

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



Рисунок 3.3 – Вплив одягу на розміри людського тіла

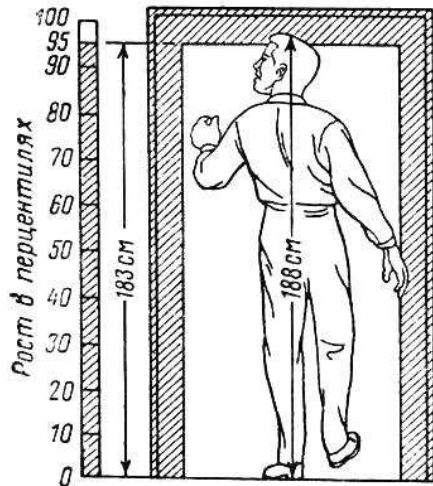


Рисунок 3.4 – Обмеження даних антропометрії

Помилковим є застосування поняття **середня людина**. Єдине правильне рішення - оперування розмірами осіб 5 і 95 перцентілів або 2,5 і 97,5 перцентілів. Крім того, приймаючи до уваги розвиток ерго-

номіки, 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 перцентілеві 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 перцентілеві.

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 сидячи, 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).

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.

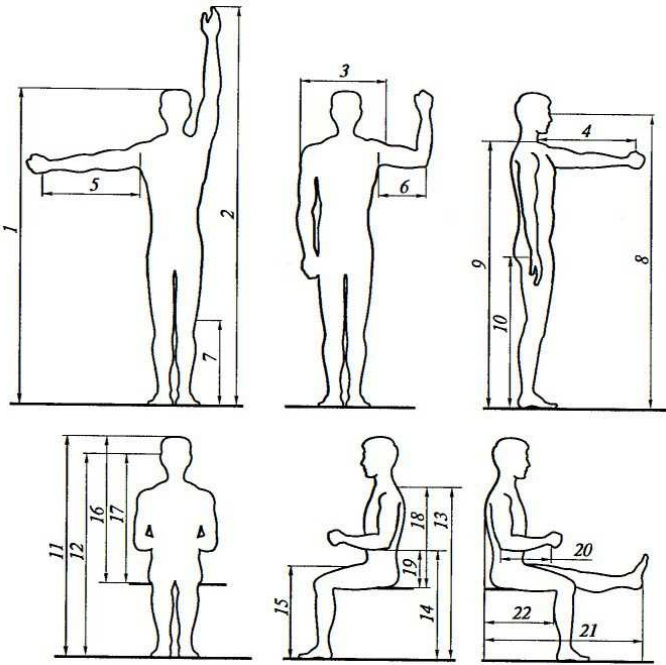


Рисунок 3.5 – Основні антропометричні характеристики

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 випробу-

ваннях.

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.

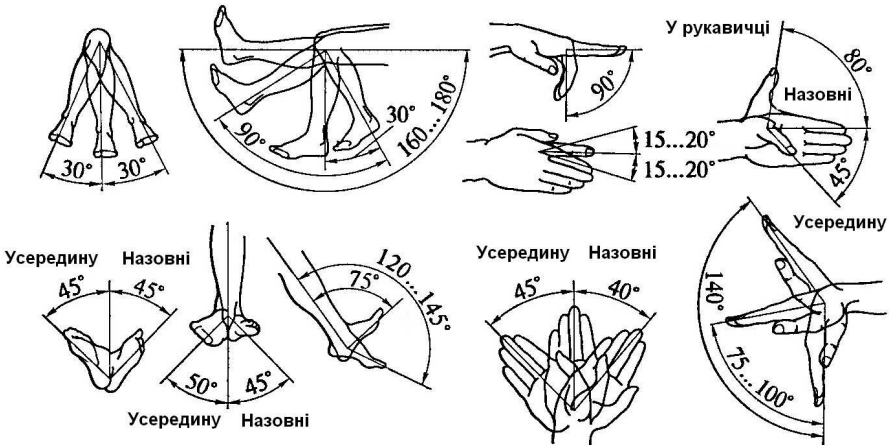


Рисунок 3.6 – Амплітуди руху деяких частин тіла

Повний час реакції - період між моментом виникнення сигналу (зміна сигналів світлофора, початок звукового сигналу) і закінченням керуючої дії по цьому сигналі (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.

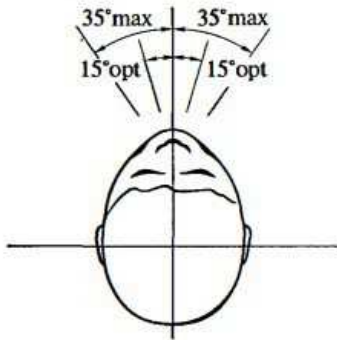
Найменший час потрібно для руху пальцями. Якщо прийняти його за одиницю, то для руху кисті буде потрібно вдвічі більше часу, на рух кисті й пальців - утричі, руки в плечовому суглобі - у чотири рази більше. Нахил корпусу і підйом його із цього положення вимагає сімнадцяти одиниць часу.

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.

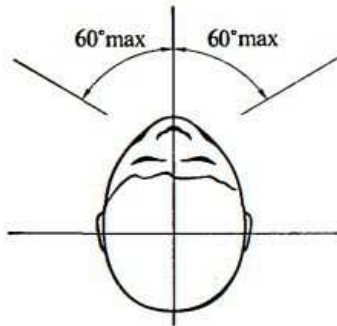
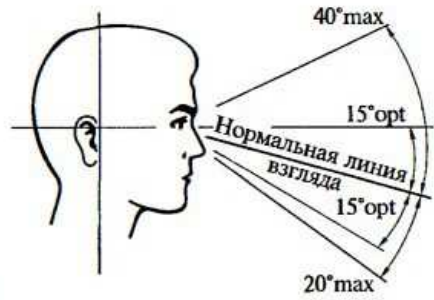
На рис. 3.7 наведені зони видимості, досяжні з урахуванням повороту голови убік погляду. Оптимальна (нормальна) лінія погляду відповідає мінімальній активності м'язів потилиці, а отже, найменшій стомлюваності людини при даній робочій позі.

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.

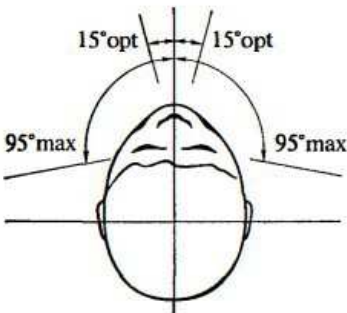
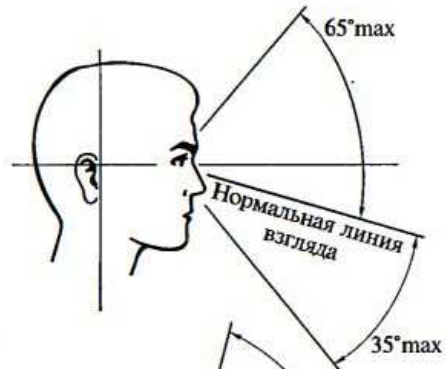
При надходженні такого сигналу, людина переводить на нього погляд для детального аналізу. У межах поля зору постійно відбуваються мікроруки очей, причому ці рухи відбуваються стрибками.



а



б



в

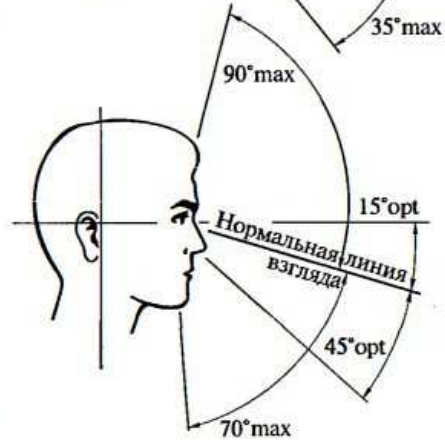


Рисунок 3.7 – Зони видимості у вертикальній та горизонтальній площинах при повороті (а - тільки очей, б – тільки голови, в – голови і очей)

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. 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 антропологія?
2. Що таке антропометрія?
3. Яку роль у художньому конструюванні грають антропометричні, фізіологічні показники?
4. Що таке перцентіль?
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?

ЛЕКЦІЯ № 4. ОСНОВИ ХУДОЖНЬОГО КОНСТРУЮВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

План лекції. Теорія промислового дизайну. Спільна робота дизайнера і інженера-конструктора. Технічна естетика та її вимоги. Основні напрямки художнього конструювання автомобілів. Поняття "Стайлінг". Принципи та методи художнього конструювання. Функціональний і композиційний аналіз.

Література: [2] с.25-35; [3] с.8-13; [6], с. 203-213; [7], с.135-148; [9], с.7-11; [17], с.40-42; [18], с.6-27; [6], с.41-46.

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 конс-

труктивної 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.

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 вирішення 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, вибираю-

чи 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.

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 десятиків 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 задо-

волені 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 запитами людини-споживача, таких як асоцименти 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 естетически 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 проєктувальником; 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 конструктор-

ваний 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, естетически досконалі.

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; урахувувати 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 складо-

ва 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 компоновання, цілісність форми й красу виробу.

Чим талановитіше та досвідченіше дизайнер, тим більше професійні його ескізи і тим більш складні завдання компоновання 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 йти 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.

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 рішення, - 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 рішення, складніше здається зв'язок між формою і функцією речі.

Можна припустити, що в той час, коли справжніх добутоків ди-

зайну 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 залишалося 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?

ЛЕКЦІЯ № 5. РОЗРОБКА ЗОВНІШНІХ ФОРМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

План лекції. Засоби композиції, види і особливості форм транспортних засобів. Підпорядкованість елементів форми. Динамічність форми транспортних засобів. Статичність. "Золотий перетин". Симетрія і асиметрія. Композиція автомобіля. Компонування і типи форм легкових, вантажних автомобілів, автобусів і тракторів.

Література: [13], с.7-23; [14], с.88-109; [17], с.26-28; [6], с.32, 46, 55-57, 210.

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 конструювання. 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, на-

зивана модулем. При проектуванні конструкцій для гармонізації розмірів елементів часто використовують арифметичну або геометричну прогресію. Співвідношення розмірів знаходять за допомогою математичних розрахунків або геометричних побудов.

Симетрія і асиметрія. Під симетрією розуміють такий порядок у побудові форми, при якому дотримується домірність, пропорційність і розташування частин і цілого щодо осьової лінії, центра. Розрізняють осьову, 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.

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 коліс-

ного 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.

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 кожухи, що обгороджують, які часто необґрунтовано 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.

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 установлено, що однією з найбільш сприятливих для сприйняття - є пропорція так називаного "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 негармонічне, 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.

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). 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 розсіює 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 займуть 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.

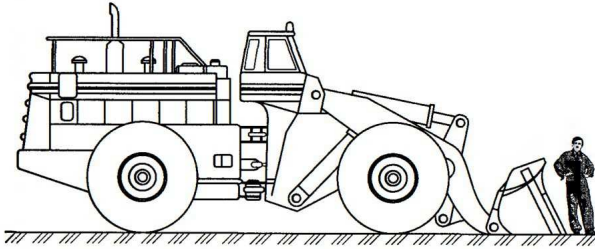


Рисунок 5.1 - Співвідношення масштабів людини і трактора

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.

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 угруповання 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.

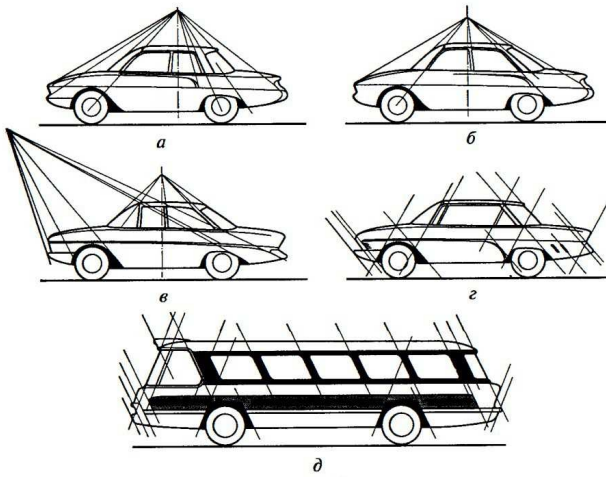
Конструкція, форма і композиція. Під конструкцією розуміють структуру виробу, її состав, взаємне розташування і зв'язок елементів. Визначення поняття "конструкція" подібне з визначенням поняття "композиція". Розглянемо розходження між ними. Елементами композиції є як окремі деталі, так і складальні одиниці, 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.



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

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. Форма пред'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 побудовані, в основному, за законом симетрії, а вид збоку - за законом асиметрії. В основі композиції лежать задум, ідея, мотив, що приводять до впорядкування і співвідпорядкованості 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 проходження від дверей до сидіння. Для поліпшення оглядовості збільшують площу огляду головним чином передньої і задньої панелі кабіни, 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?

ЛЕКЦІЯ № 6. ЗАГАЛЬНА КОМПОНОВКА АВТОМОБІЛЯ

План лекції. Технічне завдання та ескізний проект. Технічні вимоги замовника. Вибір параметрів і показників проєктованого автомобіля. Затвердження технічного завдання. Ескізний проект. Модель форми автомобіля. Макети зовнішніх форм кузова, внутрішнього простору, елементів зовнішнього і внутрішнього оздоблення. Техніка макетування, контрольні перевірки. Технічний проект, ув'язочна схема, макет шасі.

Література: [12], с.207-210, 212-223, 228-235; [14], с.120-131; [6], с. 196-197, 200, 207, 210.

Процес розробки загального компонування 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 компонування засновано на припущенні, що всі агрегати автомобіля проєктують знову.

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

Компонуючи автомобіль, компоновщик постійно змушений повертатися до вже проробленої роботи в пошуках найкращого компромісу. Загальне компонування 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 проєктування автомобіля можна розділити на наступні етапи:

- складання технічного завдання;
- створення загального компонування 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.

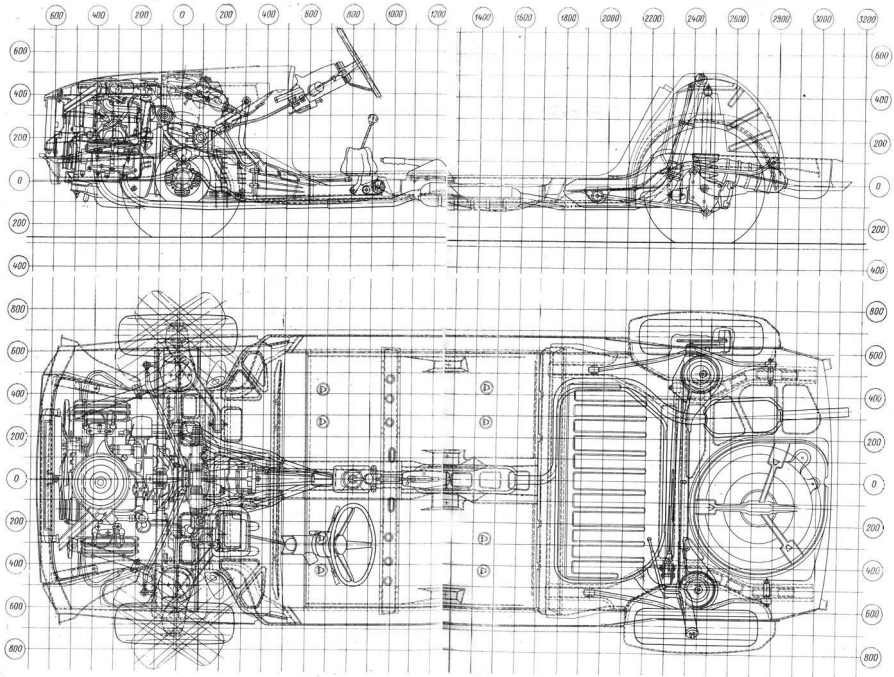


Рисунок 6.1 – Креслення шасі автомобіля

Завдання загального компоновання 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 ескізовому проекті автомобіля.

На основі загального компоновання автомобіля складаються *робочі завдання на конструктивну розробку окремих агрегатів* із вказівкою виявлених можливостей і необхідних обмежень. Якщо загальне компоновання 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 проєкті 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 проєкті, 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 механі-

зму рульового керування, їхній вирішальний вплив на загальне компонування автомобіля, а також те, що вони являють собою замкнуті "єдині" системи, перед початком розробки загального компонування 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 компонування додаткові обмеження. Для повноти подання наступний опис процесу загального компонування 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 компонування 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 компонування 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 компонування автомобіля, та їх не потрібно заглиблено проробляти. Велике значення для загального компонування мають "стикові" місця такі, як підвіска силового агрегату або кріплення механізму рульового керування.

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 типу, 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.

Ескізний проект складається з розробки ескізного компоновання, пошуку архітектурного рішення зовнішніх форм та інтер'єра, а також у перевірках, що підтверджують правильність зробленого вибору.

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

Якщо принципова схема автомобіля не була встановлена зазда-

легідь, 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.

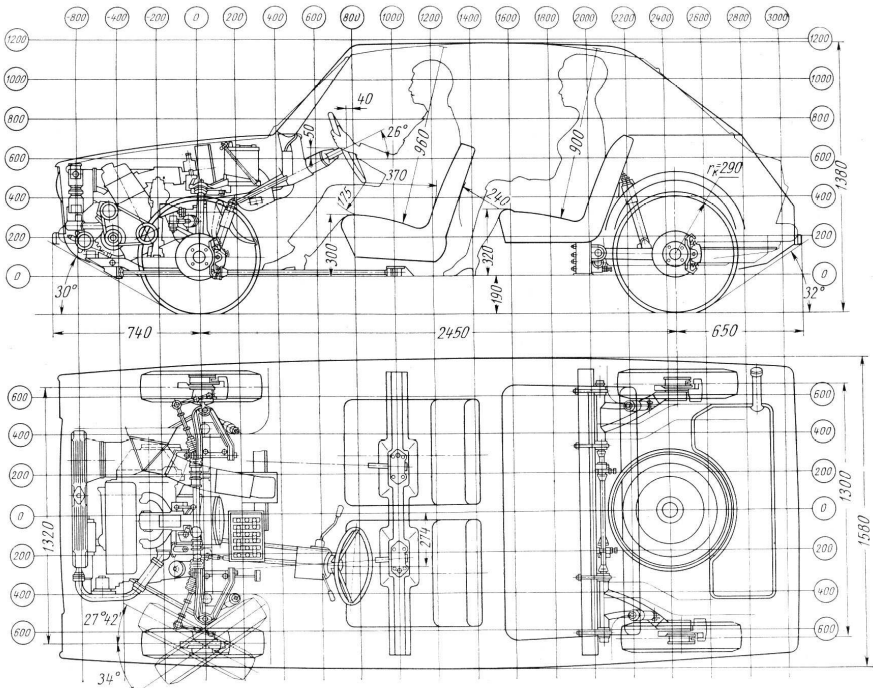


Рисунок 6.2 – Шасі автомобіля особливо малого класу
з переднім приводом

Відмова від вивчення відомих принципових 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 ескізним компонованням варто починати майже одночасно з роботами над технічним завданням, щоб до моменту його твердження досягти певного ступеня пророблення.

Креслення ескізного компоновання 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 компоновання 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. Вихідним матеріалом для розробки ескізного компоновання 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 компоновання 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 проектного.

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.

Ступінь деталізації при розробці компонування 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 поверхню 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.

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

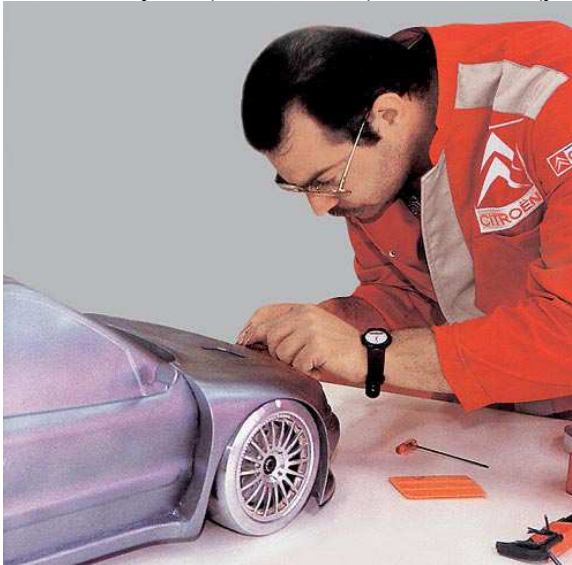


Рисунок 6.3 – Робота над масштабною моделлю автомобіля

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 накресленою 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 заготовку моделі на плиті по сітці, знімають ножом зайвий пластилін і підганяють основні обриси моделі до контурів, наміченим на попередньому кресленні форми.



Рисунок 6.5 – Розробка макета панелі приладів

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.

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 шаблону 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 перешкоджали б викрашуванню ново-

го 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 виліпка 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 - двоє 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.

Ув'язочна схема є довідковим документом і повинна містити вичерпну інформацію про визначальні розміри агрегатів, розмірні ланцюги, величини 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 компонуванні взаємного положення основних частин автомобіля. Макетування шасі продовжують до закінчення будівлі дослідних зразків автомобіля.

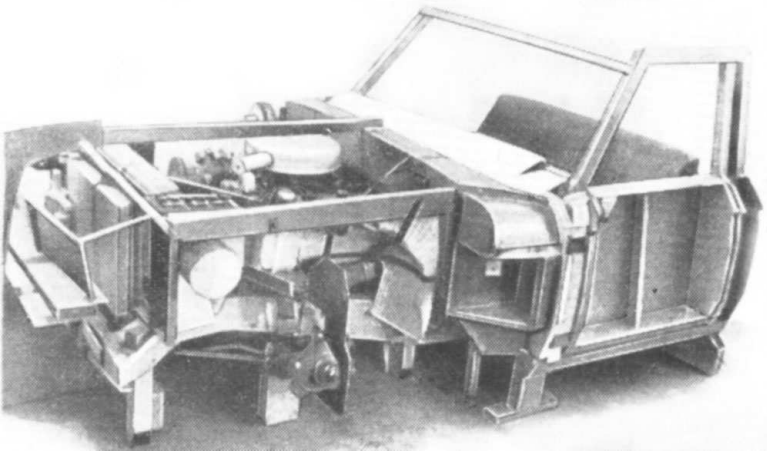


Рисунок 6.6 - Макет передньої частини шасі

Макет поступово доповнюють і уточнюють по мірі деталізації проекту й виникнення в ході конструювання нових проблем. Робота з макетування шасі трохи відрізняється від конструктивної розробки агрега-

тів, але дозволяє на цьому етапі вносити в конструкцію необхідні корективи. Макет шасі виконують на чавунній або дерев'яній плиті, поставленою 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 компоновання?
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 компоновання 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?

ЛЕКЦІЯ № 7. КОМПОНУВАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВОДІЯ

План лекції. Загальні відомості про компоновання. Оглядовість - методи її вимірювання та оцінки. Посадочні манекени, їх види та основні принципи їх використання. Компонування внутрішнього простору автомобіля. Використання двовимірних шаблонів. Розміщення органів керування транспортним засобом - загальні принципи проектування та ергономічні вимоги.

Література: [6], с.200, 183; [8], с.110-127; [10], с.88-114; [11], с.14-15, 18-19; [15], с.131-141; [23], с.131-135; [6], с.129-135; [21], с.68-77; [19], с.45-55; [6], с.70-78; [25], с.149-163; [22], с.208-237, 251-254; [23], с.142-147.

Під компонованням робочого місця водія розуміють основні геометричні розміри, що характеризують його положення щодо кабіни, і розміщення органів керування.

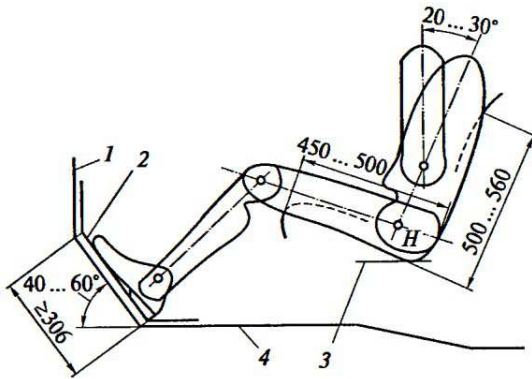
Для попереднього розміщення водія в кабіні використовується двовірний посадковий манекен 95-го рівня репрезентативності (ГОСТ 20304-90). Робота звичайно проводиться в масштабі 1:5 (іноді 1:10), що забезпечує необхідну на цьому етапі точність, а графічні зображення виходять досить компактними.

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 компонування робочого місця водія з використанням двомірного посадкового манекена ілюструє рис. 7.1.



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

Рисунок 7.1 - Використання двомірного посадкового манекена для компонування робочого місця водія

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.).

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 зменшу-

ється 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.

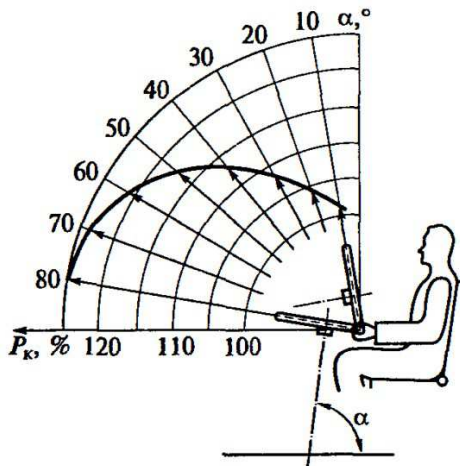


Рисунок 7.2 - Залежність зусилля P_k на рульовому колесі від кута його нахилу α

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 компоновати місце для посадки пасажирів легкового автомобіля, що розташовуються на задньому сидінні, оскільки передбачається, що пасажир, що сидить на передньому сидінні, розміщується ана-

логічно водієві.

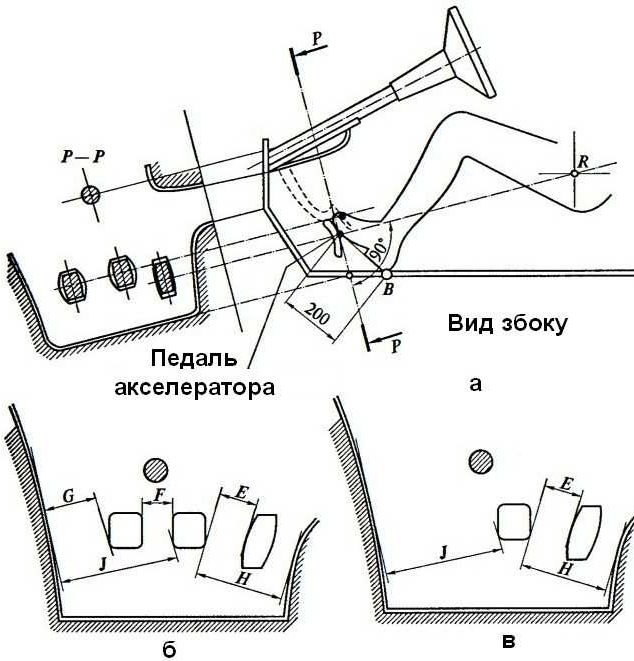
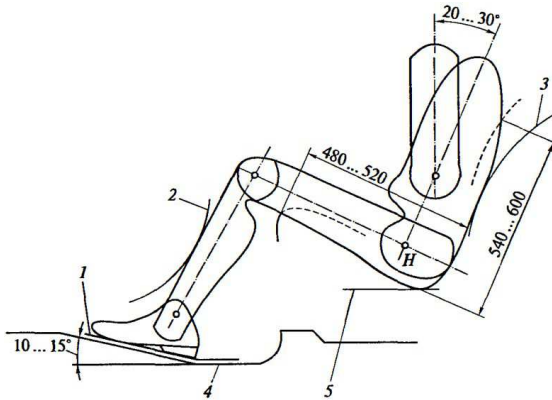


Рисунок 7.3 – Розміщення педаль управління легковим автомобілем

Методика компоновання пасажирських місць аналогічна застосовуваній до робочого місця водія, зрозуміло, за винятком того, що не доводиться розміщати органи керування (рис. 7.4).

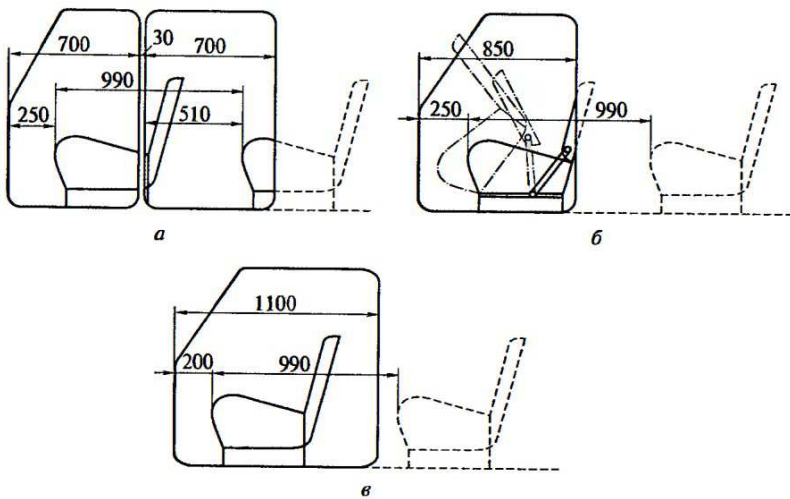
Для більш комфортабельних легкових автомобілів, при компонованні посадки пасажирів використовують двовірний посадковий манекен 95-го рівня репрезентативності, а для невеликих автомобілів часто застосовують манекен 50-го рівня репрезентативності.

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.



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

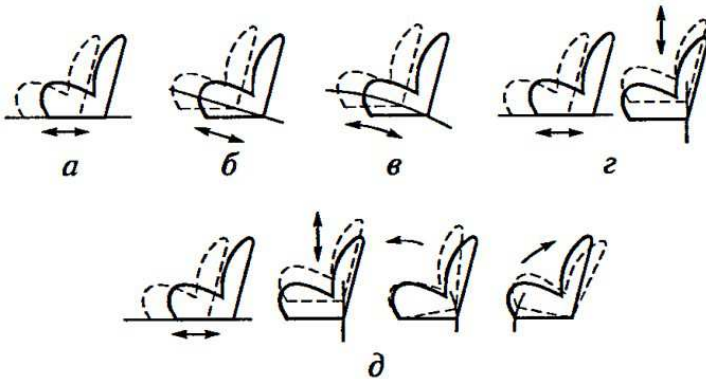
Рисунок 7.4 - Розміщення пасажирів



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

Для вантажних автомобілів ширина проходу дверей на рівні підлоги повинна бути не менш 250 мм, а на рівні плечей - не менш 650 мм. 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

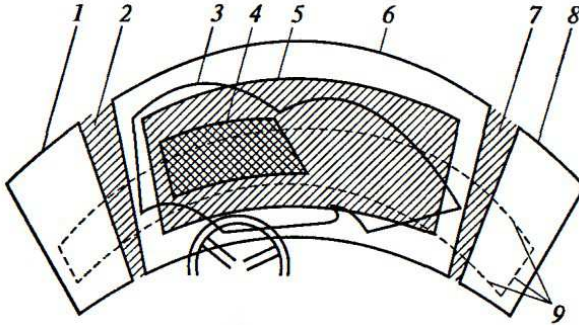
Для вантажних автомобілів діапазон регулювання поздовжнього положення сидіння водія повинен бути не менш 100 мм (при підресованому сидінні - 150 мм), вертикального - не менше 60 мм (ОСТ 37.001.413-86).

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

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 прозорі 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 прозорі частини переднього вікна; 7 – права бічна стійка переднього вікна; 8 – межа прозорі 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.

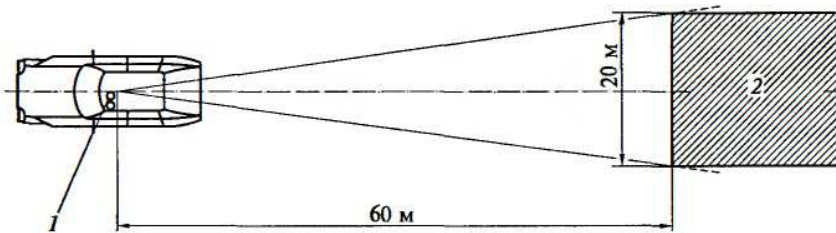
Крім описаних норм, що характеризують параметри оглядовості автомобілів, стандартом передбачається також визначення непроглядних зон, створюваних стійками вітрового вікна, при цьому врахову-

ється 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.

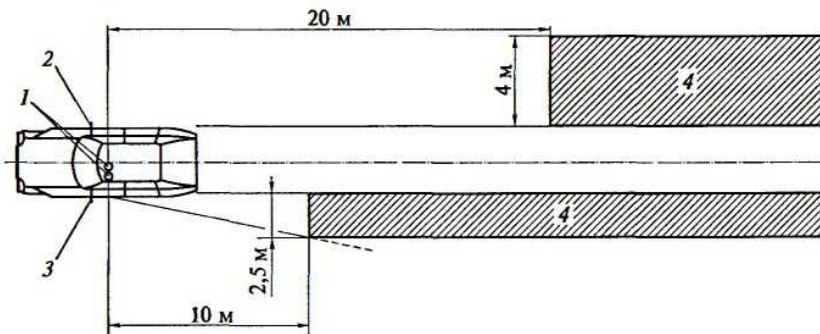
Геометричні побудови для визначення поля огляду через дзеркала проводяться з окулярних точок, що відповідають розташуванню очей водія, процедура цих побудов описана в ГОСТ Р 41.46-99. Розміри і параметри дзеркал також зазначені в стандарті.

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.



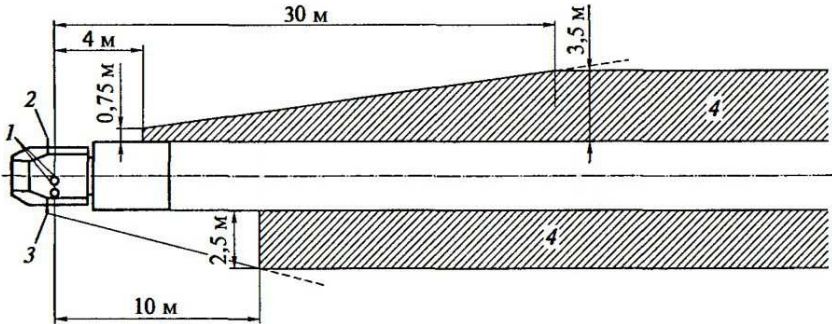
1 - окулярні точки водія; 2 - поле огляду на рівні дороги

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 компонованні 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 пасажирів 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, еле-

менти інтер'єра.

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 поздовжньою 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 визначен-

стегнової 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.

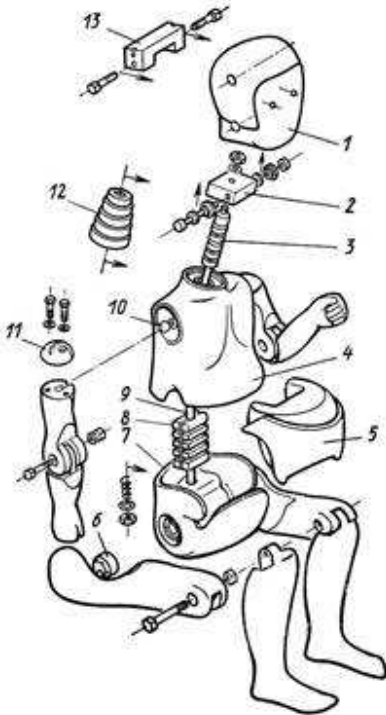
Для виміру кута нахилу сидничної панелі щодо горизонталі на цій панелі встановлені рівні. Елементи посадкового манекена поставлені лінійними й кутовими шкалами (А, В, D, E, F, К, М), за допомогою яких установлюються їхні розміри і відносне розташування. Після розміщення манекена на сидіння в першу чергу робиться перевірка збігу координат крапки Н з 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.

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.

Частини 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 сталеві 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

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 розміщуються 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 розміщуються 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 розміщуються 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 проєктів 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 проєктування органів керування.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

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

Основна

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

Додаткова

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

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

Інформаційні ресурси

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