

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.08 – МКР.1993 «С» 2022.12.30.51 ПЗ

Фортуна Віталій Васильович

2023

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.08 – МКР.1993 «С» 2022.12.30.51 ПЗ

Фортуна Віталій Васильович

2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет
УДК 629.35.042.2

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету (Директор ННІ)
механіко – технологічний факультет
(назва факультету (ННІ))
Братішко В.В.
(підпис) (ПІБ)
“ ” 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів
(назва кафедри)
Калінін Є.І.
(підпис) (ПІБ)
“ ” 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Методика вдосконалення конструкції кабін вантажних автомобілів на
стадії проектування»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)
Освітня програма Агроінженерія
(назва)
Орієнтація освітньої програми
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)
Братішко В.В.
(підпис) (ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра
к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)
Соломка О.В.
(підпис) (ПІБ)

Виконав
Фортунa Віталій Васильович
(підпис) (ПІБ)
КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ

І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

тракторів, автомобілів та

біоенергоресурсів

д.т.н., проф.

(наук. ступ., вч. звання)

(підпис)

Калінін Є.І.

(ІПБ)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Фортуні Віталію Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

208 «Агроінженерія»

(код назва)

Спеціальність

Тема магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Методика вдосконалення конструкції кабін вантажних автомобілів на стадії проектування»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022р. №1993 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: 01.10.2023

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: несучі системи автомобілів (схеми, елементи); вимоги до ергономіки та безпеки кабін та кузовів автомобілів; сучасні підходи до побудови компоновальних схем кабін автомобілів

Перелік питань які потрібно розробити

Вступ. Основні напрямки розробки теоретичних і методологічних основ дизайну транспортних засобів. Методологічні основи моделювання перспективних компоновальних схем малогабаритних транспортних засобів. Методологічні основи проектного моделювання у дизайні малогабаритних транспортних засобів. Висновки.

Перелік графічного матеріалу: загальні принципи класифікації МТЗ; антропометричні схеми; посадкова схема (загальна); посадкова схема МТЗ (запропонована); визначення центру ваги компоновальних рішень МТЗ автомобільного типу; проектні роботи (макетування та прототипування); проектні роботи (аналіз поверхонь); висновки.

Дата видачі завдання «09» січня 2023 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(підпис)

Соломка О.В.

(прізвище та ініціали)

Фортуна В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Основна частина дипломного проекту викладена на 68 сторінках пояснювальної записки і 15 слайдах презентації та ілюстрована 27 рисунками.

Пояснювальна записка складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаної літератури.

Тема дипломного проекту: «Методика вдосконалення конструкції кабін вантажних автомобілів на стадії проектування».

Об'єктом дослідження є ергономічні та безпекові показники вантажних транспортних засобів.

Метою роботи є покращення параметрів конструкцій кабін транспортних засобів та їх елементів.

В роботі розроблено методологію дизайн-проекування нового сегменту транспорту з урахуванням існуючої виробничо-технологічної бази на цивільних та оборонних підприємствах. На підставі ретроспективного дослідження існуючих зразків МТЗ розроблено типорозмірний ряд форм кузова індивідуальних та комерційних МТЗ п'яти історичних періодів; визначено сегмент МТЗ; розроблені типаж та класифікація МТЗ за соціальним, функціональним, формотворчим та структурним рішенням що дозволяє достовірно визначити пріоритети дизайну МТЗ відповідно до споживчих та експлуатаційних властивостей. Розроблена класифікація ергономічних схем МТЗ за типом посадкових схем (мопедні, мотоциклетні, легкоавтомобільні та вантажоавтомобільні), за типом компоновання органів управління та посадкового місця водія МТЗ що дозволяє дизайнеру, ергономісту та конструктору підвищити ефективність проектної діяльності.

Ключові слова: проектування, малогабаритний транспортний засіб, дизайн, ергономіка, екологічність

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗРОБКИ ТЕОРЕТИЧНИХ І МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ДИЗАЙНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	8
1.1. Методи дизайн-проектування транспортних засобів.....	9
1.2. Методи інженерного проектування транспортних засобів.....	18
1.3. Аналіз сучасних напрямів проектування транспортних засобів.....	22
РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ МАЛОГАБАРИТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	25
2.1. Класифікація та моделювання сучасних антропометричних посадкових схем малогабаритних транспортних засобів.....	26
2.2. Класифікація та моделювання сучасних компонувальних схем малогабаритних транспортних засобів.....	37
2.3. Методологічні особливості антропометричного моделювання посадкових схем малогабаритних транспортних засобів.....	40
2.3.1. Розробка методики вибору раціональних посадкових схем у дизайні малогабаритних транспортних засобів.....	42
РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ДИЗАЙНІ МАЛОГАБАРИТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	46
3.1. Методика електронного геометричного моделювання малогабаритних транспортних засобів.....	47
3.2. Методика опіючного структурного аналізу кузова малогабаритних транспортних засобів.....	54
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Малогабаритні транспортні засоби (МТЗ) стануть найбільш перспективним сегментом транспорту в умовах загострення проблем міського транспортного потоку, зокрема складної екологічної обстановки, пробок та зниження загальної ефективності транспортування людей і вантажів, паркування, соціальні конфлікти на ґрунті нерівноправності учасників руху та ін.

В Україні, Євросоюзі та Азії ринкова ніша з виробництва МТЗ з альтернативними видами палива є вільною. Проектування та виробництво МТЗ на базі мотоциклетних вузлів та агрегатів в даний час в Україні є раціональним та економічно ефективним рішенням для виготовлення на мотоциклетних та полімерних виробничих потужностях (при дрібносерійному виробництві). Основну нішу займають МТЗ для спорту та відпочинку, туризму, полювання, служб поліції та МНС та їзди по місту, розраховані на перевезення однієї або двох осіб (мопеди, трицикли, квадрицикли/мотовсюдиходи (ATV), снігоходи та інший альтернативний індивідуальний електротранспорт).

Обмеженням в експлуатації даного виду ТЗ може стати сезонність використання даної морфологічної схеми, хоча багато моделей проектуються зі здатністю модифікації під різні умови та пері року. Різні категорії та класи МТЗ мають регламентовані обмеження за ненавантаженою масою, габаритними розмірами (довжина, ширина та висота); робочим об'ємом двигуна; максимальною ефективною потужністю двигуна; корисним об'ємом салону; максимальною конструктивною швидкістю.

Регламентовані техніко-конструктивні параметри МТЗ визначають застосування полімерної структури кузова (застосування різних полімерів).

Вирішення теоретичних та методологічних проблем дизайну МТЗ є актуальним у теорії та практиці дизайну та інженірингу МТЗ. У разі загострення

конкуренції на автомобільному ринку, жорстких тимчасових обмежень та особливостей морфологічних рішень кузова МТЗ, виявляється актуальним застосування підходів чисельного аналізу кузова на етапі дизайн-проектування МТЗ. Обмеження за морфологічною структурою МТЗ виявляють відмінності від традиційних ТЗ, що потребує розробки методологічних основ формування даного сегменту ТЗ (ергономічного та компоновального) проектування, проектного моделювання поліматеріальної структури кузова, підходів чисельного аналізу кузова на етапі дизайн-проектування).

Мета дослідження – розробка теорії та методології дизайн-проектування малогабаритних транспортних засобів.

Об'єкт дослідження – категорії та класи сегменту МТЗ (мопеди, трицикли, квадрицикли/мотоцикли (ATV), снігоходи, наземні транспортні роботи та інший альтернативний електротранспорт).

Предмет дослідження – теорія та методологія дизайн-проектування МТЗ.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі завдання:

1) провести аналіз нового сегмента транспорту та його місця серед інших ТЗ; ретроспективний аналіз (становлення та еволюція формування МТЗ), категорії та класи міжнародної та вітчизняної класифікації ТЗ у сегменті МТЗ;

2) провести класифікацію та типологію МТЗ за антропометричними, функціональними та формотворчими проектними критеріями;

3) розробити методики моделювання перспективних компоновальних схем на етапі дизайн-проектування МТЗ;

4) розробити методики проектного моделювання кузова з використанням чисельного аналізу на етапі дизайн-проектування МТЗ;

5) провести апробацію у перспективних дослідних зразках МТЗ.

РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗРОБКИ ТЕОРЕТИЧНИХ І МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ДИЗАЙНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Розвиток сучасного проектування ТЗ забезпечується через збільшення кількості вимог, що пред'являються високотехнологічним світом, що активно розвивається, до останніх: економічні, ергономічні, естетичні, технологічні, екологічні, функціональні, соціальні, надійності та ін., які забезпечують безпечну життєдіяльність споживача. Сучасний дизайнер формує багатогранні властивості об'єкта у його повному життєвому циклі (проекування, виробництво, продаж, експлуатація, утилізація).

Дизайнер у процесі формоутворення деталей та вузлів ТЗ освоює та використовує нові методи моделювання [10; 11; 13; 14; 17; 18; 20 та ін].

Використання нових конструктивних рішень, наукоємких технологій, матеріалів, обладнання, вузлів та агрегатів у виробництві ТЗ забезпечують їхню конкурентоспроможність на ринку.

Інтенсивний розвиток інформаційних (локальних та глобальних) електронних мереж, мультимедійних засобів та комп'ютерних технологій виявляє зміну форми та змісту дизайн-проекування ТЗ.

Ці технології забезпечують електронне моделювання об'єкта дизайну. Впровадження комп'ютерних технологій у процес створення ТЗ призводить до збільшення якості продукції (точності виготовлення), зменшення терміну від перших задумів дизайнера до першої сертифікованої партії виробів та швидкої зміни номенклатури (важливі аспекти в сучасній економіці).

На сучасному етапі розвитку ПК можна швидко і точно перевіряти безліч дизайнерських рішень, представлених у вигляді електронних математичних моделей на певні об'єктивні показники візуалізації на екрані.

Дизайнер на стадії опису раціонального рішення користується об'єктивними показниками (математичний підхід) [10; 11]. Використання графічних, аналітичних, експериментальних методів та усних, письмових, віртуальних способів передачі задумів [5] збільшує достовірність та результативність

роботи дизайнера. Наукові підходи є основою сучасного проектування ТЗ та забезпечують об'єктивну оцінку проекту.

1.1. Методи дизайн-проекування транспортних засобів

Участь дизайнера у процесі проектування ТЗ, як правило, зводиться до розробки формального та ергономічного рішень кузова (екстер'єру та інтер'єру), хоча коло його завдань ширше. Дизайнер не може довільно визначати ні внутрішню, ні зовнішню структуру форми машини, він повинен

діяти в рамках певних конструктивно-технологічних обмежень.

Формоутворення машини, що складається з багатьох елементів і підсистем, підпорядковується певним технологічним принципам і залежить від багатьох взаємозалежних факторів.

Для забезпечення проектування та подальшого виготовлення агрегатів та вузлів ТЗ у матеріалі використовуються інформаційно-обчислювальні системи, обладнані відсотерміналами, графообудовниками, а також сучасним обладнанням для прототипування.

Необхідно розглянути загальну структуру дизайн-проекування у загальній системі проектування ТЗ. Стадії розробки регламентовані ДСТУ 2:103-2013 та ДСТУ 15:201-2000. Воім стадіям інженерного проектування відповідають певні стадії дизайн-проекування, які разом утворюють єдиний процес створення ТЗ (рис. 1.1).

Єдина традиційна методика дизайн-проекування ТЗ, залежно від особливостей проектної задачі та від характеристик видів та типів ТЗ, матиме методичні нюанси [4]. У машинобудуванні формування ТЗ та проведення необхідних спеціальних досліджень відносять до зовнішнього проектування, проте інші стадії – до внутрішнього проектування. У стадії розробки входять етапи синтезу принципу дії, структури та параметрів ТЗ (рисунок 1.2):

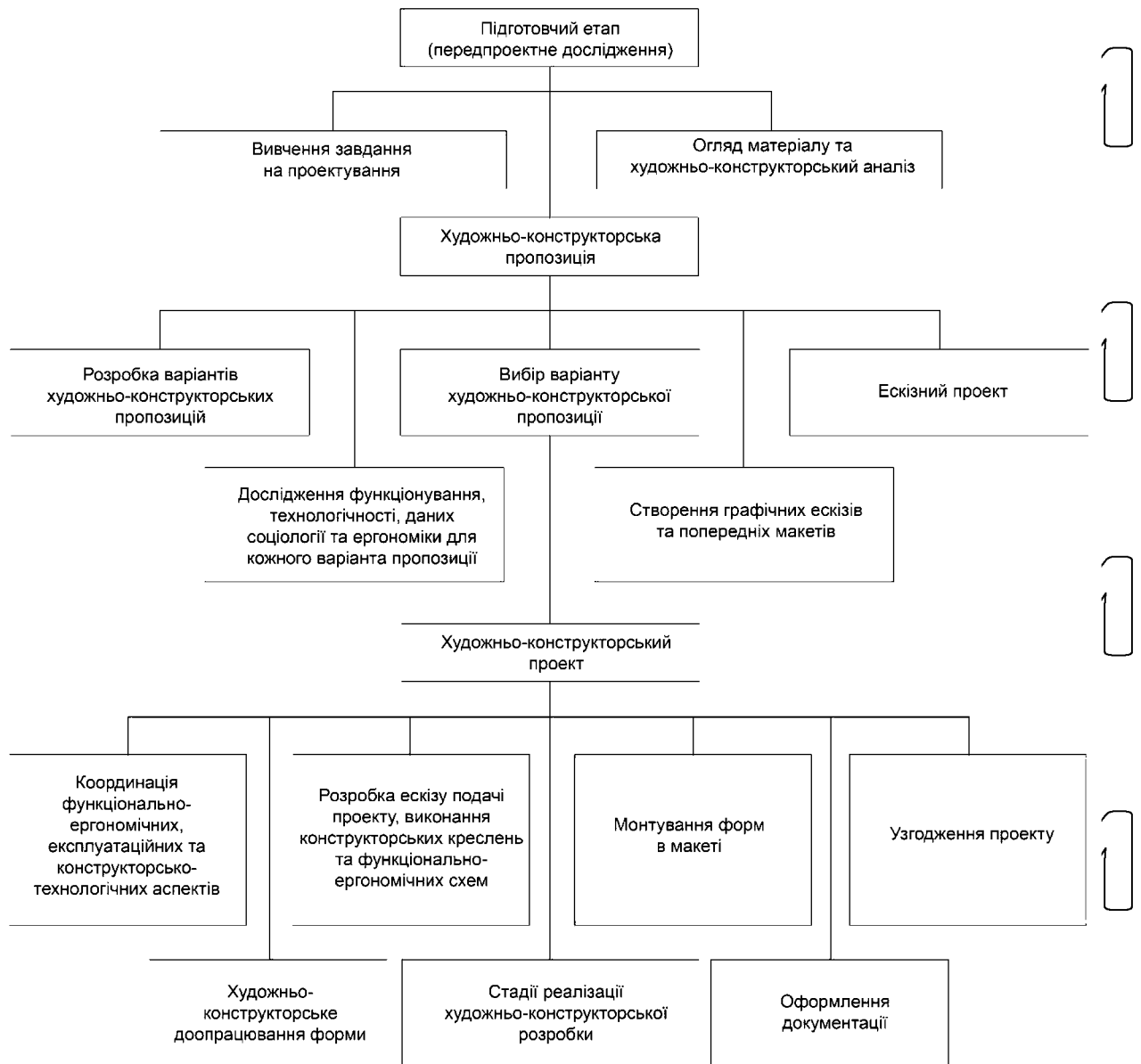


Рисунок 1.1 – Стадії дизайн-проекування ТЗ

1) синтез принципу дії (стадії ТЗ та ТП2) – вибір законодавчих норм, фундаментальних законів та правил, фізичних, соціальних тощо ефектів, які складуть основу функціонування майбутнього ТЗ. Вибираються дизайн-концепція ТЗ та принципові моделі складових ТЗ – схеми компоновання вузлів та агрегатів, посадки пасажирів та ін., що забезпечують певні споживчі характеристики ТЗ [8; 10];

2) структурний синтез (стадія ЕП) – моделювання початкового візуального представлення ТЗ за певним принципом дії (компоновальні та

антропометричні схеми, ескізи форми кузова ТЗ, дизайнерська документація на ТЗ);

3) параметричний синтез (стадії ТПП і РП) – вибір значення параметрів ТЗ, раціонального чисельного розв'язання проектної задачі, створюється конструкторська документація (креслення ТЗ та її частин).

Процедури внутрішнього проектування (рис. 1.2): вибір моделі (компонувальна схема, дизайн-концепція ТЗ), вибір методу рішення, рішення, прийняття рішення [14; 15].



Рисунок 1.2 – Структура проектування

На різних стадіях дизайн-проектування ТЗ використовуються різні методи: евристичні та алгоритмічні.

Загальна вимога до проекту ТЗ – вирішення специфічних функціональних завдань, що визначає форму та конструкцію ТЗ [4]. Тому в процесі дизайну ТЗ частка використання евристичних методів знаходиться в раціональному балансі з алгоритмічними методами (процес дизайну ТЗ більш формалізований і підпорядковується певним алгоритмам, ніж промислові виробни). Особливістю методології дизайн-проектування ТЗ є спрямованість проектних дій на функціональний та мистецький результат [14; 15].

Дизайн-проектування ТЗ залежить від узгодженні зовнішньої форми з внутрішньою структурою машини, її функцією та призначенням, зовнішнім

виглядом споживача і довкілля [3; 4]. У цілому нині бажаною властивістю є цілісна структура кузова ТЗ (тобто, елементи та його взаємозалежність) – форма, матеріал, розміри, поверхні [2].

Композиційні якості визначають форму машини та є обов'язковими [3, 4]. Єдність стильової спрямованості та образності форми ТЗ досягається кваліфікацією дизайнера [4].

Основою дизайн-проектування ТЗ є синтез технологічного, морфологічного, функціонального та художньо-образного проектування.

Існують функціональний та художньо-подібний зв'язок між підходами дизайн-проектування ТЗ [8]. Функціональний та художньо-подібний методи

дизайн-проектування ТЗ містять функціональний, технологічний та морфологічний етапи, що розташовані у певній послідовності (рис. 1.3 та 1.4).

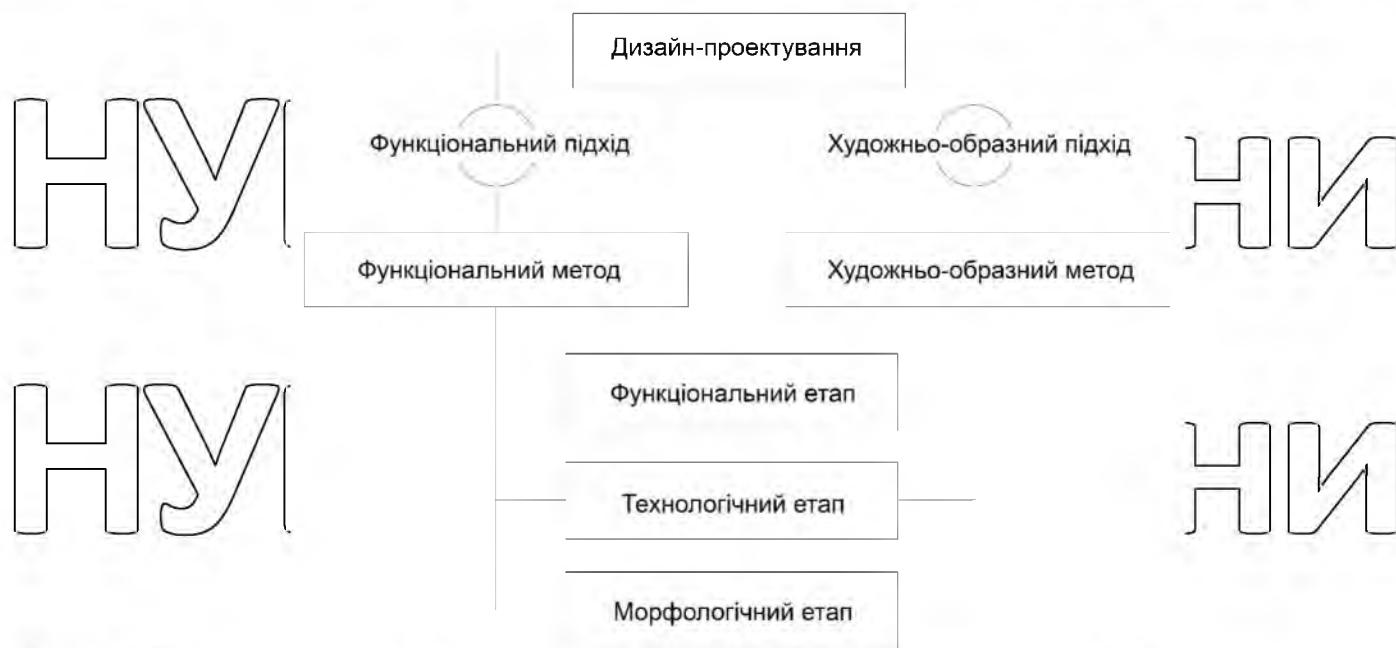


Рисунок 1.3 Підходи дизайн-проектування

На функціональному етапі визначають рівень та тип проектної задачі (ТЗ); категорію/клас ТЗ; функціональне призначення та сферу застосування; що доводить вибір способу дизайн-проектування ТЗ.

На морфологічному етапі виконується композиційно-пластичне та знаково-символічне, стилістичне та естетичне опрацювання форми ТЗ [3].
Композиційно-пластичне опрацювання: тектоніка (за типами форм та за

типами компоновальних та конструктивних схем); об'ємно-просторова структура (за просторовою формою, за характером взаємозв'язків між об'ємом та простором); кольоропластика (за типами фактур і текстур, за колірним тоном, світлом і насиченістю, по світлотіньовому опрацюванню). Знаково-символічне та естетичне опрацювання: естетична виразність, художня образність, знакова асоціативність, стильова єдність. На технологічному етапі визначають конструктивно-технологічні властивості.

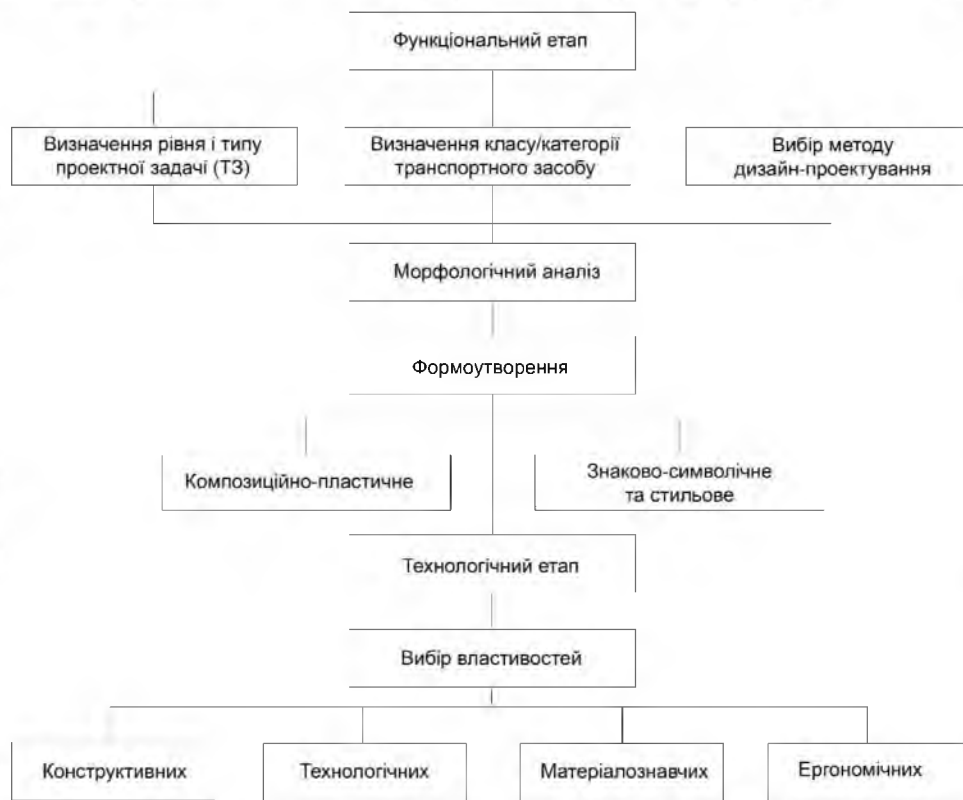


Рисунок 1.4 – Планування функціонального етапу

- 1) конструктивні властивості: раціональність компоновального рішення, масогабаритні показники та ін [4]; розробка керуючої електроніки; розробка системи зв'язку та спостереження (розташування датчиків та приладів спостереження);
- 2) технологічні властивості: виробничо-технологічні показники [4];
- 3) матеріалознавчі властивості: раціональний вибір матеріалів [4];
- 4) ергономічні характеристики: врахування ергономічних вимог

Стадії розробки згідно з ДСТУ 2.103-2013 та ДСТУ 15.201-2000 утворюють офіційну структуру розробки проектної документації.

Стадії розробки в інженерному проектуванні та дизайн-проектуванні ТЗ та промислових виробів є ідентичними, маючи невеликі відмінності на етапах виконання робіт на кожній стадії. На стадії ТП1 використовуються евристичні методи, але в стадіях ЕП і ТП2 – переважно формалізовані алгоритмічні методи. Використовуються основні методи та прийоми у дизайн-проектуванні ТЗ: художньо-подібні методи, методи композиційного формоутворення, морфологічний метод, метод функціонального аналізу, комбінаторний метод [10; 11; 14].

О.М. Лазарев [2] запропонував загальну структуру процесу проектування машин: спеціальні засоби (інструменти та проектні знання – знання мови проектування); матеріал – проектно-інформаційні дані, мова проектування та їх речові носії – графічні та макетні матеріали; здійснення процесу – методики – способи та прийоми проектування; організація процесу – етапи та стадії – у сферах проектування та виробничої матеріалізації.

Дж. К. Джонс [10; 11] запропонував такі етапи проектування: складання ТЗ; вихідна проектна ситуація та завдання проекту; визначення меж; опис пошукових рішень та визначення конфліктів; комбінування та оцінка пошукових рішень; затвердження підсумкового рішення.

Ю.А. Долматовський [11] запропонував такі етапи проектування кузова ТЗ: попередня розробка перспективного типу кузова та компоновання ТЗ; компоновання внутрішнього простору ТЗ – визначення основних розмірів ТЗ та кузова, розташування сидінь, дверей, вікон, багажника, платформи для вантажу тощо; розробка ескізних схем та креслень, ескізів та моделей форми М3 у М 1:5 та креслення кузова у М 1:1; перевірка компоновання кузова на схематичному макеті, що відтворює основні внутрішні габаритні розміри кузова, сидіння, вікна, двері та органи управління; виготовлення макета форми кузова в М 1:1 з гіпсу або пластиліну на основі первісного компоновання.

посадкового макета та першого етапу художньої розробки форми кузова. З макету знімають шаблони розробки поверхні кузова.

Я. Павловський [4] пропонує дві основні системи проектування ТЗ – послідовну та комплексну: послідовна система – послідовна передача документації конструкторського проекту кузова для аналізу технологам та розрахунків. Система передбачає компромісні рішення, відсутність високої якості проектних робіт, більшу тривалість процесу; комплексна система – взаємозв'язок та синтез проектних робіт та їх результатів. Чотири групи проектних робіт у двох фазах – системна розробка компонування ТЗ та документальні, що доповнюються модельними та розрахунковими роботами.

А.П. Петров та В.І. Пісків [2,8] розглядають етапи автоматизованого проектування ТЗ. Для цього використовується комп'ютеризований манекен людини, що дозволяє вирішувати широке коло антропометричних завдань під час проектування.

Сучасні ресурси з дизайну ТЗ www.eardesign.ru і www.avtodesign.ru пропонують такі етапи проектних робіт:

1) маркетингове дослідження – визначення соціальних верств, на які розраховано МЗ. Враховують такі фактори: фінансові можливості, регіональність та кліматичні зони, вік покупців, сфера застосування ТЗ.

Результати збору інформації зводяться в документ «Бізнес-концепт», який описує, яким має бути ТЗ, образ майбутнього ТЗ щодо потенційних покупців, характеристики майбутнього ТЗ, світові напрями та тенденції в даному сегменті ТЗ;

2) формування компонувальної схеми та пластичного рішення на основі аналізу стильових та образних особливостей кузова ТЗ дизайнери, ергономісти та інженери розробляють компонувальну схему ТЗ.

Закладаються певні загальні параметри ТЗ, функціональні та ергономічні особливості, стильове та соціальне рішення. На основі компонувальної схеми ТЗ дизайнери починають розробляти пошукові ескізи

художнього образу ТЗ засобами візуалізації з урахуванням функціональних особливостей, соціального та стильового рішень.

3) повторне маркетингове дослідження – повторна робота з фокус-групою первинного дизайн-продукту – візуалізація майбутнього ТЗ.

Вводяться корекції та продовжується робота над художнім образом та різними стильовими рішеннями МЗ.

4) математична модель кузова – моделювання кузова з наповненням деталей екстер'єру та інтер'єру ТЗ, манекенами та передньою панеллю.

Вводяться коригування та зміни за рекомендаціями маркетологів.

5) кольорографічне рішення – візуалізація елементів ТС – розробка графіки на елементах салону.

6) демонстраційні макети та дослідні зразки – створення демонстраційних макетів та зразків екстер'єру та інтер'єру в масштабі 1:1 із твердих матеріалів для участі на виставках та презентаціях.

В даний час вже практично відсутнє дизайн-проектування ТЗ без обчислення завдань технічними засобами, проте вирішити проблему, що виникла на ранній стадії проектування МЗ, на етапі оптимізації прийнятих рішень, здатний лише розробник.

Дизайнер бере участь у розробці протягом усього циклу до кінцевого випуску готового ТЗ [3; 5].

Проектування ТЗ можна розділити на дві основні складові: дизайн салону (інтер'єру) та екстер'єру кузова ТС (рис. 1.5).

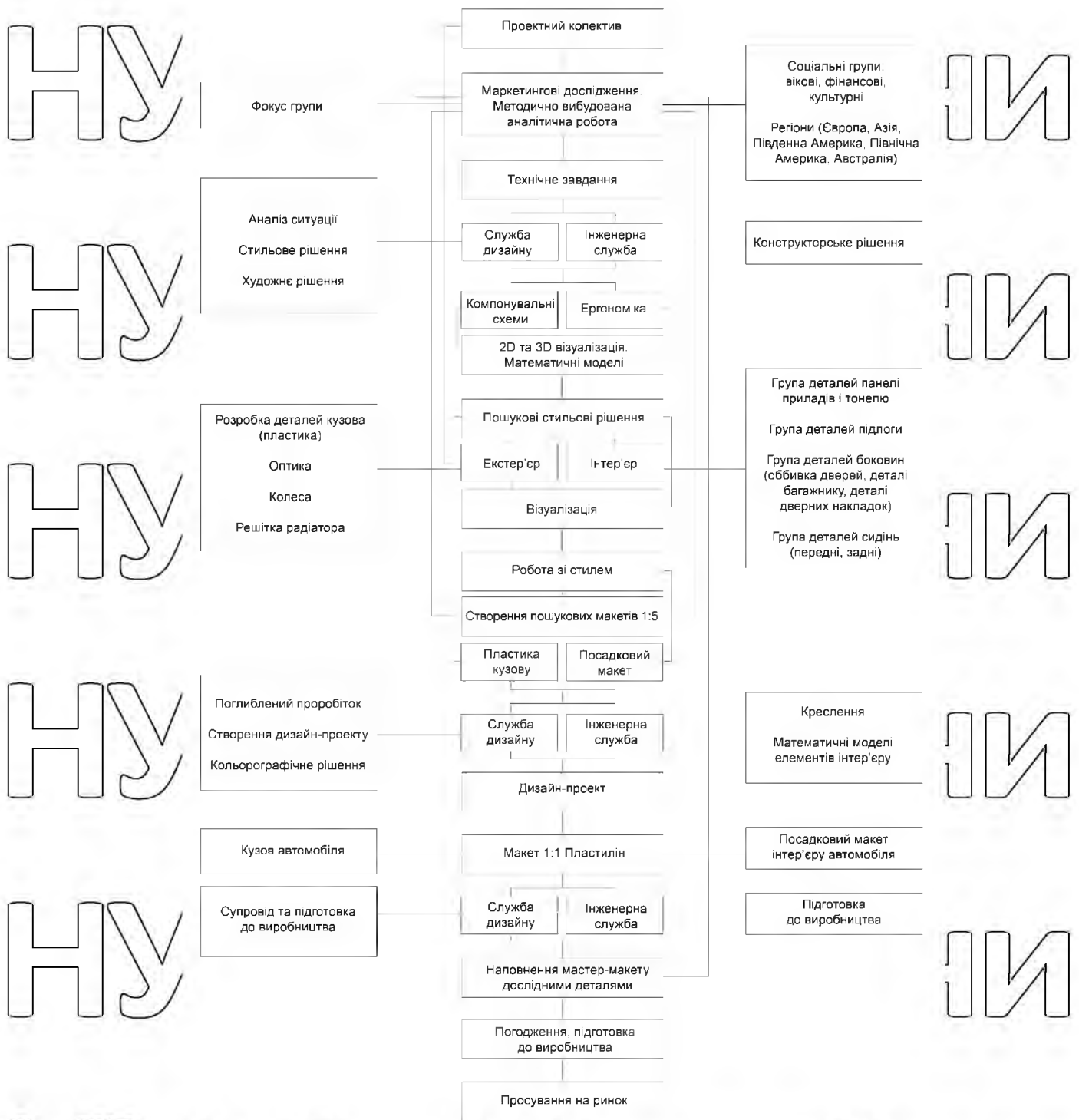


Рисунок 1.5 – Алгоритм етапів проектування ТЗ

Проектування інтер'єру та екстер'єру ТЗ найбільш ємне поняття, що включає комплекс питань проектних завдань з втілення в реальність концепції і завдання по побудові всього ТЗ.

1.2. Методи інженерного проектування транспортних засобів

У результаті інженерного проектування визначаються функціональна та морфологічна (конструктивна) структура ТЗ [10, 11].

Конфігурація та розміри елементів, їх розташування та вид матеріалів, конструкція вузлів та з'єднань повинні забезпечити хорошу функціональність, високу безпеку, зручність та надійність в експлуатації, економічність у виробництві тощо. Тому широко застосовуються методи конструювання, що належать до евристичних методів. Використання алгоритмічних методів особливо помітне на етапах робочого та технічного проектів, де необхідно виконати досить велику кількість розрахунків, креслень, моделей та схем.

В даний час акцент робиться на безпеці ТЗ. Збільшення парку машин, збільшені швидкості, збільшення вантажопідйомності і потужності транспортного засобу все це необхідно враховувати при проектуванні нових транспортних засобів. По створенню безпечного ТЗ досягнуто результатів – створено ТЗ, безпека яких досягла нового рівня, заснованого на взаємодії елементів інтелектуальної системи захисту (IPS), умовно поділених на пасивні та активні.

Основою пасивного захисту є жорсткий, малодеформуємий каркас кузова, що зберігає при аварії життєвий простір з конструктивними демпфуючими елементами. Жорсткість кузова (особливо жорсткість на кручення) забезпечує активну складову безпеки.

Технології активної безпеки для запобігання зіткнень та покращення контролю руху ТС: антиблокувальна система гальмування (ABS), електронний перерозподіл зусиль гальмування (EBD), система стабілізації курсової стійкості (ESP), адаптивний круїзконтроль (ACC), активна система підвіски (IVDC), управління демпфуванням амортизаторів (CCD), система контролю тиску у шинах (TPMS) тощо.

Наявність у ТЗ системи безпеки пов'язана не так з вимогами нормативних документів, як із свідомим вибором споживачів.

Якість капсули безпеки та рівень пасивної безпеки ТЗ визначають за допомогою crash-тестів. Останнім часом у розробці систем пасивної безпеки досягнуто результатів, які дозволили забезпечити більш високий рівень безпеки ТЗ. Збільшення міцності капсули безпеки ТЗ останніх поколінь супроводжується загальним зниженням ваги ТЗ. Світова практика показала, що збільшення жорсткості кузова при одночасному полегшенні конструкції та збереженні прийнятної вартості ТЗ на сьогоднішньому рівні розвитку техніки та технології можливе лише при одночасному використанні в конструкції автомобільного кузова різних видів сталей, у тому числі високоміцних.

Виродження сталевих несучих конструкцій кузовів та зростання проблеми безпеки призвели до вироблення загальних положень щодо корпусів кузовів [12, 13]. Для скорочення термінів постановки на виробництво нових кабін, створення конструкцій оптимальної металоємкості в інженерній практиці почали широко застосовуватися розрахункові методи оцінки міцності та довговічності. Розширенню сфери застосування прикладних розрахунків сприяли успіхи, досягнуті в галузі теоретичних досліджень, накопичення статистичних даних про характер навантаження та поведінки конструкцій у процесі експлуатації, а також розвиток ПК та поширення методу скінченних елементів (МСЕ). При розрахунку стрижневих конструкцій за цим методом отримують точні результати, що збігаються з результатами розрахунків за класичними методами [20].

Метою чисельного аналізу кузова є отримання попередніх характеристик майбутнього ТЗ методом МСЕ на етапі проектування. Завданням чисельного аналізу є вдосконалення процесу проектування, розширення можливостей застосування нових технологій, матеріалів. Знання чисельного аналізу дозволить дизайнеру, ергономісту та конструктору повному поглянути на проблеми проектування ТЗ, дозволить розширити можливості формування, застосування нестандартних, оригінальних рішень [14; 19; 28].

Міцністий аналіз кузова. Методи інженерного аналізу: класичні та чисельні. Класичні методи вирішують завдання з урахуванням фундаментальних фізичних принципів.

За допомогою чисельних методів досліджується широкий спектр проектних завдань. МСЕ поширюється на великий діапазон дослідження структур (рис. 1.6) і є чисельним методом побудови та дослідження математичної моделі, що забезпечує дизайнера автоматизованим засобом попередньої оцінки розробленої структури ТЗ, що приховує для нього диференціальні рівняння або рівняння частинних похідних при візуалізації результату.

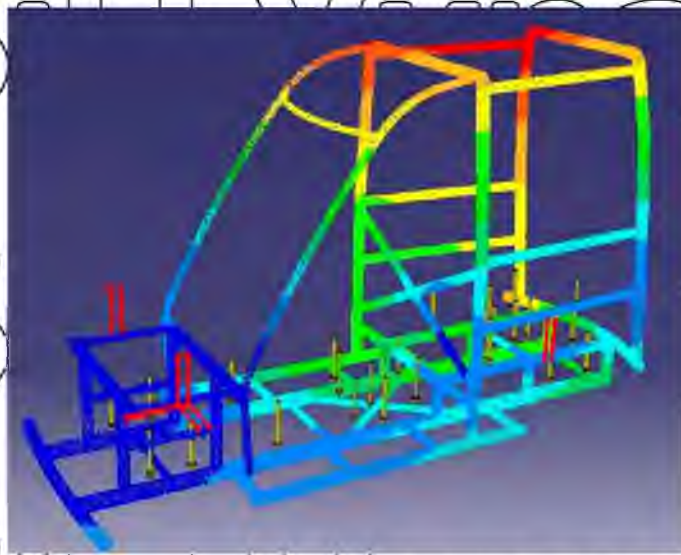


Рисунок 1.6 – Приклад результату числового розрахунку (візуалізація) Аеродинамічний аналіз кузова [3; 8; 12; 28] Грамотне формування кузова ТЗ забезпечує гармонійне розсікання повітря (без відриву потоку від поверхні і з'єднуючись позаду форми) при врахуванні зовнішнього ТЗ та внутрішнього опору для досягнення раціональної величини коефіцієнта аеродинамічного опору

У проектуванні ТЗ йде пошук компромісу між дизайнерськими та конструкторськими рішеннями. Зміна форми кузова ТЗ, у зв'язку з неврахованими конструктивними особливостями силових схем, на пізніх етапах коштує багаторазово дорожче в матеріальному та тимчасовому аспектах, змінити загердоване стиліське рішення ноді просто неможливо.

Доводиться ускладнювати конструкцію чи застосовувати інші матеріали, інші технології. Це призводить до зайвих матеріальних та часових витрат. Застосування чисельного аналізу на етапі дизайну-проекування ТЗ допоможе спростити або мінімізувати витрати на виправлення та модернізацію ТЗ. Чисельний аналіз форми та структури ТЗ раціональний на етапі остаточного формування стилю та при створенні електронних геометричних моделей (ЕГМ) поверхонь. Найнеобхіднішим буде використання на цьому етапі статичного лінійного аналізу. Цей аналіз дозволяє визначити найбільш навантажені місця конструкції, розподілити зусилля від навантажень та обмежень, виявити характер деформації морфологічної структури ТЗ. Отримавши такі характеристики, навіть грубо та наближено, дизайнер може змінити структуру ТЗ, уникнувши надалі великих помилок та великих витрат виправлення помилки [19]. На цьому етапі доцільно використовувати аеродинамічний аналіз форми кузова ТЗ. ЕГМ і звичайно-елементна модель форми кузова дозволить провести чисельний аеродинамічний аналіз та оцінити раціональність стильових рішень кузова ТЗ (рис. 1.7). Знання чисельного аналізу дозволить дизайнеру по-новому поглянути на проблеми проектування ТЗ, дозволить розширити можливості формоутворення, застосувати оригінальні рішення.

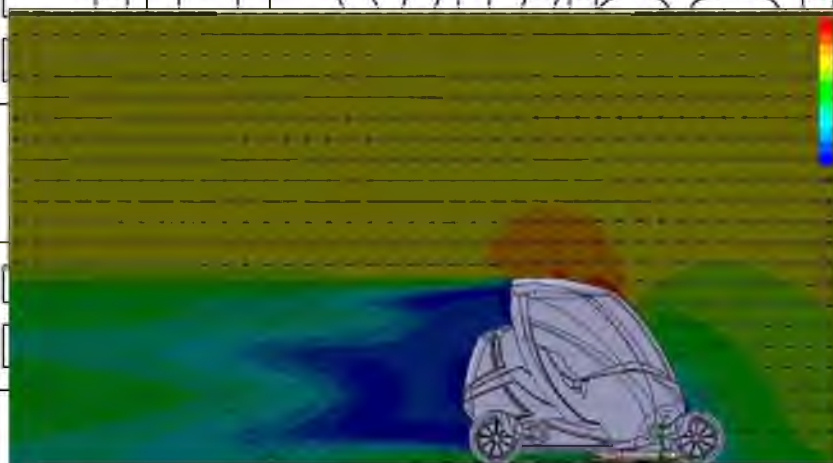


Рисунок 1.7 Візуалізація розподілу швидкості повітря, що обтікає МТЗ, який рухається

1.3 Аналіз сучасних напрямів проектування транспортних засобів

Формування кузова ТЗ ґрунтується на художній концепції, компонованні, конструктивній схемі та технологічних можливостях [2, 8].

Розвиток потреби суспільства у швидкому переміщенні призвів до виникнення широкого спектру ТЗ, що відрізняються природним та технологічним походженням, вартістю та екологічністю. Виникнення двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) призвело до розвитку автомобільного ринку, пропозиція якого стабільно зростала та розширювалася протягом ХХ століття. Близьке до кінця ХХ століття відбулася перестановка у тенденціях розвитку галузі, відбулося зародження низки трендів, вплив яких при врахуванні історичного досвіду визначатиме тенденції розвитку автомобільної галузі у перспективі до 2035 року. Результатом спільного впливу даних трендів стане серйозна зміна зовнішнього вигляду, споживчих характеристик та вартості ТЗ.

У найближчій перспективі, зовнішній вигляд ТЗ значно зміниться – це буде продукція з міжнародним дизайном, компактним виконанням. Роль технологічної складової також зросте і буде зрівноважена необхідністю максимального здешевлення ТЗ.

Говорячи про паливо для автомобільної продукції, слід враховувати, що на даний момент позиції ДВС досить стійкі. При цьому наявність фактору попиту з боку держав, що розвиваються, автоматично закріплює за такими пристроями провідну роль у перспективі до 2025 року.

Роль задоволення масового попиту візьмуть на себе автомобілі або з малолітражними моторами, або з здешевленими КЕСУ. Ця тенденція досить стійка навіть у разі будь-якого принципово нового рішення. Це зумовлено тим, що впровадження інноваційних паливних елементів (ПЕ) нерозривно пов'язане зі створенням відповідної інфраструктури, що може бути утруднено за умови інертності відповідних економічних структур та за рахунок потужного лобі з боку виробників застарілих галузей.

Слід враховувати той факт, що у разі актуальності зазначених тенденцій суттєві зміни торкнуться процесу виробництва ТЗ, також зміняться аспекти їх просування на внутрішніх та зовнішніх ринках. До економічних передумов доцільно віднести:

1. Скорочення часу розробки продукції до виведення на ринки. При врахуванні відповідного розвитку технологій, етап проектування та подальшого переналагодження виробничих ліній буде суттєво скорочено, що уможливить подальший розвиток маркетингових технологій.

2. Посилення конкуренції. Нестабільність у світовій економіці та коливання попиту створюють передумови до інтенсифікації конкурентної боротьби. Ця умова також створює передумови розвитку маркетингової складової.

3. Необхідність долати протекціоністські бар'єри. В умовах нового витка розвитку протекціонізму на перший план виходять аспекти подолання штучних перешкод, що створюються для захисту національних ринків державами, які постраждали від наслідків фінансової кризи. У таких умовах істотно інтенсифікується діяльність на ринку злиття та поглинання, а також інших маніпуляцій з акціонерним капіталом.

Новий етап розвитку ринку особистих ТЗ, що розпочався з фінансової кризи, характеризуватиметься зникненням або поглинанням низки малих, автовиробників зі специфічними модельними лініями, з немобільною виробничою структурою та нерозвиненим маркетингом (за відсутності державного протекціонізму). Ринок країн, що розвиваються, і запити їх малозабезпечених споживачів будуть актуальними.

Ринковий фактор пошуку стильового рішення ТЗ важливий і обумовлений. Вибір стильового рішення визначається за маркетинговими дослідженнями та вимогами цільової групи та моди в цілому на ринку ТЗ.

Актуальні стильові тенденції в автомобілебудуванні змінюватимуться в рамках технологічного та культурологічного розвитку. Художні концепції ТЗ

розвиваються нерівномірно. Нині формоутворення у дизайні ТЗ відбувається у рамках глобального культурного взаємопроникнення.

Зародження загального тренду у розвитку дизайну ТЗ, який відобразить основні принципи автомобільної промисловості XXI століття:

1) компактність, 2) технологічність, 3) доступність. В даний час існують фактори сучасного формоутворення ТЗ: функціональне призначення та сфера експлуатації, мода, нові технології та матеріали, альтернативні принципи руху.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ МАЛОГАБАРИТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Компонувальне моделювання ТЗ є одним з етапів дизайн-проектування.

Вибір раціональної компоувальної схеми ТЗ передбачає дослідження кількох варіантів компоунок ТЗ з позиції потенційних споживчих властивостей ТЗ. Компонування рішення МЗ передбачає просторове компонування функціональних зон для пасажирів, вантажів, агрегатів і вузлів: антропометрична зона (салон), вантажно-господарська зона, агрегатно-силова зона. Тип силового агрегату, що використовується в ТЗ, впливатиме на варіанти компонування. ТЗ різного призначення мають різний пріоритет щодо сукупності експлуатаційних властивостей.

Проблеми екології та трафіку руху транспортних потоків у великих містах [5] визначають критерії вибору компоувальних схем для МТЗ: габаритні параметри, кількість пасажирів, екологічність, стійкість, керованість, маневреність. Вибір компоувальних схем визначається розташуванням коліс, пасажирів і силових агрегатів. У проектуванні перспективних МТЗ слід розглядати сучасні екологічні та економічні силові установки, альтернативні ДВЗ. У результаті формується вибір нових альтернативних компоунок пасажирів та агрегатів. Виявляється актуальність у проведенні компоувального проектування (детального аналізу та вибору раціональної компоувальної схеми) МТЗ на етапі дизайн-проектування.

За результатами художнього формування МТЗ виконується вибір перспективних раціональних компоувальних схем та моделювання антропометричної посадкової схеми [5; 13].

Законодавчі вимоги, які висуваються при схваленні категорій МТЗ, визначають нові оригінальні комбінації ергономічних та компоувальних вимог до проектування МТЗ.

Забезпечення малої ненавантаженої маси та необхідного антропометричного простору кузова МТЗ вирішується раціональним вибором дизайнера компоувальної схеми. При моделюванні компоувальної схеми визначаються: посадковий простір під певну кількість та розташування посадкових місць водія та пасажирів (зони досяжності та вільного простору в салоні); агрегатний простір з певним розташуванням вузлів та агрегатів ТЗ.

Для досягнення певної сукупності споживчих властивостей МТЗ необхідно провести науково-обґрунтований вибір компоувальної схеми в процесі дизайн-проектування МТЗ. В даний час відсутні методичні рекомендації, що дозволяють дизайнеру науково обґрунтовано вибрати раціональне компоування рішення МТЗ.

У процесі вибору компоувальної схеми МТЗ впливають такі чинники: художнє рішення кузова, структурне рішення кузова, антропометричне рішення; схема розташування вузлів та агрегатів; ринкова ніша ТЗ.

2.1. Класифікація та моделювання сучасних антропометричних посадкових схем малогабаритних транспортних засобів

Ергономічні якості автомобіля вдосконалювалися з моменту його створення за такими напрямками: антропометричним, гігієнічним, фізіологічним, психофізіологічним та психологічним.

Антропометричні схеми автомобіля відображають уявлення про раціональне розміщення людини в автомобілі в заданий період часу та визначаються кутовими та лінійними характеристиками салону.

Антропометричні схеми змінюються в залежності від факторів, що мали різне значення у різні періоди. Розглянуто етапи формування ергономічного простору автомобіля та виявлено фактори, що вплинули на антропометричні схеми.

Перший етап характеризується запозиченням екіпажної частини гужових підвод, призначених для низьких швидкостей. Основні проблеми, які мали вирішити конструктори, — складність управління всіма системами

автомобіля, а також психологічний бар'єр. Рішення – угруповання органів керування навколо водія за допомогою тяг, ручок, педалей, важелів.

Другий етап означає перехід до нового рівня компоунвання. У цей час було визначено загальноприйняті схеми розташування силового агрегату та людини. Завдяки пневматичним шинам стало можливим зменшити діаметр коліс та висоту, підвищити стійкість, а також застосовувати колеса одного розміру. Водій отримав захист від дощу та пилу. Ці рішення стали масовими завдяки конвеєрному виробництву. Соціально-економічний фактор виявився у збільшенні кількості людей, яким став доступний автомобіль.

Третій етап. У зв'язку із збільшенням швидкостей (технічний фактор) виникла необхідність покращити амортизацію крісел та підвіски (глибокі пружинні дивани). Набули поширення прилади контролю (спідометр, одометр, амперметр тощо) та допоміжні прилади (двірники, покажчики повороту, дзеркала заднього виду). Найбільшого поширення набули закриті кузови.

Четвертий етап. У зв'язку з поліпшенням якості доріг та зростанням швидкості стала можливою поява безрамних кузовів (технічний фактор).

Конструкція несучого кузова дозволила змінити пропорції кузова і зробити його нижче. Оформилася певна низька посадкова схема для легкових автомобілів: розташування сидінь у зоні колісної бази, що забезпечує комфорт та можливість на додаткову багажно-вантажну зону. Підлога в салоні суттєво опустилася, що дозволило опустити передні сидіння. Двигун зміщений вперед і розташований нижче. Розміри коліс автомобіля зменшились.

П'ятий етап. Значний вплив на антропометричну схему зробили аеродинамічні дослідження (науковий фактор) та обтічний стиль (естетичний фактор). З'явився понтонний тип кузова. Ширина салону була збільшена за рахунок крил. Місткість – до трьох осіб в одному ряду.

Військові технології знайшли застосування в новому класі ТЗ – квадроциклах, кабінетолерах, мотовізках (вплив II Світової війни та

виробничого фактору). Там використовувалися ергономічні компактні сидіння малої ширини.

Шостий етап. Ключовим фактором, що вплинув на посадку, став фактор активної безпеки: задля досягнення кращої оглядовості застосовувалася посадка над передньою віссю, вагонне компонування, задне розташування двигуна. Площа скління збільшилася за рахунок зниження поясної лінії і зменшення перерізу стійок. Другим чинником стала мода на аеродинамічні форми (стайлінг, соціально-естетичний фактор). Довжина та ширина салону збільшилася, висота – зменшилася, посадка стала нижчою.

Сьомий етап. Головний чинник пасивна безпека. У салоні з'явилося травмобезпечне оздоблення салону, роздільні сидіння, ремені безпеки. Розвиток робототехніки (технологічний фактор) дозволив за рахунок плоских поверхонь кузова збільшити об'єм салону.

Восьмий етап. Як і раніше, головний фактор – пасивна безпека (підголовники, програмована деформація кузова). Другий фактор економічний: паливна криза вплинула на поширення компактних автомобілів.

Дев'ятий етап: кількість інформації структурується за допомогою бортових комп'ютерів. Підсилювач рульового керування дозволив зменшити діаметр рульового колеса. Головний фактор – інформатизація ТЗ: застосування бортових комп'ютерів та використання цифрових засобів відображення інформації.

Десятий етап: широке поширення схеми з подвійною підлогою, яка використовує простір під салоном. Рівна підлога дозволила розставляти сидіння в довільному порядку. Схема з подвійною підлогою застосовується також у гібридних силових установках. Розповсюдження отримує схема зі зміщеним вперед салоном (cab forward).

Одинадцятий етап. Завдання ергономіки на цьому етапі – оптимізувати інформаційні потоки, залишаючи лише важливу інформацію у зручному форматі. Застосовується проектування даних на лобове скло. Другорядні органи управління та налаштування переносяться ближче до рульового колеса

або дублюються в районі рульового колеса та підрульових перемикачів. Альтернативні способи сповіщення, що задіють звуковий канал. Ситуативні способи налаштування, що змінюються залежно від контексту. Широке розповсюдження допоміжних пристроїв (радар, відеокамери, круїз-контроль, парктронік).

Для встановлення гальмівних механізмів з великим діаметром застосовуються колеса великих розмірів, що зупиняє застосування схеми компоновання cab forward. Однак характерний для даної схеми однооб'ємний силует набуває все більшого поширення: для збільшення простору в салоні та посилення структури кузова використовуються здвоєні передні стійки.

Дванадцятий етап: Силова структура кузова посилюється за рахунок збільшення габаритних розмірів. Підвіконна лінія підвищується, товщина дверей також збільшується для розміщення ефективних енергопоглинаючих конструкцій. Відбувається подальша оптимізація інформаційних потоків, автоматизація управління окремих ситуацій (парковка, рух у пробках).

Антропометричні схеми залежать від конструкції та призначення автомобіля, і досконалість тієї чи іншої схеми залежить від того, наскільки раціонально використовується висота та довжина салону по відношенню до загальних габаритів автомобіля. На рис. 1.1 представлено типологію схем, у яких простежуються тенденції компоновання.

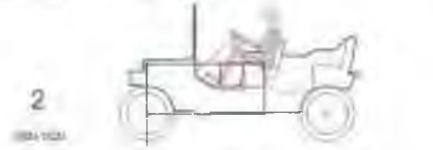
Першою ознакою раціонального компоновання є таке співвідношення посадки і компоновання, при якому висота осі переднього колеса і рівня підлоги (точки п'яти – B) збігаються, або рівень підлоги (точка B) знаходиться нижче осі, і при цьому відстань від осі до точки B менше, чим відстань від п'яти до точки H . Другою ознакою є співвідношення довжини салону до довжини автомобіля: чим менше число, тим раціональніше компоновання.

НУБІ



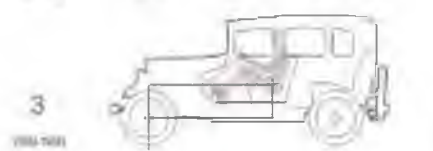
аїни

НУБІ



аїни

НУБІ



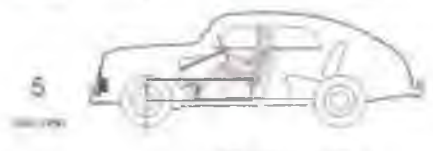
аїни

НУБІ



аїни

НУБІ



аїни

НУБІ



аїни

НУБІ П У К Р А І Н И

Рисунок 2.1 Історична типологія антропометричних схем ТЗ

Презномічні схеми МТЗ. Регламентовані вимоги (ДСТУ 41.52:2005, ДСТУ 20304-90, ДСТУ 28261-89), що висуваються до даного сегменту ТЗ.

визначають специфічні поєднання ергономічних рекомендацій проектування.

Ергономічні схеми водія та пасажирів МТЗ можна класифікувати за параметрами посадкових схем на мопедні, мотоциклетні, легкоавтомобільні та вантажоавтомобільні; за параметрами схем комбінування органів управління (тип управління) та параметрами схем посадкової пози та місця (тип посадки)

водія/пасажирів МТЗ мають специфічні поєднання.

Ергономічне рішення МТЗ розвивається за 4 напрямками: 1) автотранспортний напрямок; 2) мототранспортний напрямок; 3) комбінований (авто- та мототранспортний) напрямок; 4) формування нового оригінального ергономічного розв'язання сегмента МТЗ.

Автотранспортний напрямок: ергономічні характеристики легкоавтомобільної та вантажоавтомобільної посадки водія та пасажирів; показники автомобільного типу управління.

Мототранспортний напрямок (запозичення з характерних ознак, властивих мототранспорту): ергономічні характеристики мопедної та мотоциклетної посадки водія та пасажирів, характеристики мопедного та мотоциклетного типу управління ТЗ; тандемна посадка водія та пасажирів.

Застосування високої посадки в МТЗ обумовлюється призначенням ТЗ, наприклад, в ТЗ, які здатні долати бездоріжжя, це сприяє зниженню навантажень на хребет, при цьому забезпечується краща оглядовість. За цими причинами високу посадку мають мотовсюдиходи, мікровантажівки, електровізки, мікроавтобуси. Така посадка зручніша при тривалих поїздках, а також якщо робота водія пов'язана з роботою оператора, де йому більше ніж просто водієві потрібно здійснювати маніпуляції та переміщення. Другим випадком застосування високої посадки є скорочення габаритів ТЗ, це характерно для МТЗ, тому що більш висока посадка заощаджує простір попереду та за водієм. Даний вид посадки часто застосовується і до спецтехніки, наприклад цехового транспорту, торгових навантажувачів, яким доводиться працювати в обмежених просторах. Основним середовищем застосування МТЗ є місто.

Альтернативні ергономічні схеми МТЗ з'являються у концептах та концепт-артах на виставках та презентаціях. Концептуальні рішення мають технологічні, конструктивні, економічні та законодавчі обмеження реалізації.

Окремі дизайн-рішення дають нову концепцію розвитку для суміжних галузей із автомобілебудуванням. Виявляються три групи факторів ергономічного проектування альтернативних схем МТЗ: альтернативні рішення компоновання ТЗ; альтернативні посадкові схеми ТЗ; спрощення та автоматизація управління ТЗ.

Альтернативні компоновальні рішення МТЗ: альтернативні ЕСУ МТЗ, підпільний простір, дво- та однооб'ємні рішення МТЗ. При традиційному двооб'ємному рішенні ТЗ знижується оглядовість та збільшується довжина ТЗ. Для вирішення цього недоліку збільшують висоту сидіння. При однооб'ємному (вагонному або напіввагонному) рішенні ТЗ зменшується довжина ТЗ, підвищується оглядовість та маневреність ТЗ.

З'являється можливість розташування трьох рядів крісел з підвищеною посадковою схемою (клас мікрмінівенів).

Виявлено декілька проектних рішень, що забезпечують раціональність ергономічних рішень ТЗ: 1) сендвіч-структура підлоги з вузлами та агрегатами (рівна підлога салону забезпечує різні комбінації сидінь); багажно-вантажний простір визначається висотою агрегатного простору під підлогою; 2) однооб'ємний кузов дозволяє посадковій схемі залізатися досить низькою; 3) при комбінованій компоновці ЕСУ силові агрегати стають компактнішими, сховища спрямовані вниз (знизити центр мас), з'являється можливість знизити підвіконну лінію спереду та покращити оглядовість; 4) застосування в сучасних компоновальних схемах плоских АКБ, суперконденсаторів, паливних елементів, розташованих під підлогою між осями або заднім сидінням. Особливість розташування мають газові/водневі балони – за задньою віссю ТЗ у безпечному аспекті. Підвищується рівень підлоги, покращуючи зручність посадки-виходу з ТЗ та оглядовість.

Область застосування МТЗ та цільова група споживачів впливатимуть на висоту посадкової схеми (низька спортивна посадкова схема МТЗ – молодіжна; висока – сімейна), але рішення компоновання дозволяють вільну організацію ергономічного простору МТЗ.

Альтернативні посадкові схеми МТЗ: нові функціональні та соціальні рішення ТЗ, скутери, мотоцикли.

Адаптація одновісної схеми МТЗ та їх простота управління дають нові засоби пересування людям з обмеженими можливостями.

Спрощення та автоматизація управління МТЗ. Розвиток антропометричного простору ТЗ у перспективі залежить від зручної ергономічної схеми та від електронних автоматичних функцій, які у перспективі можуть звільнити людину від безпосереднього управління МТЗ (актуально для людей з обмеженими можливостями).

Приклади адаптації ергономічного простору до водія та пасажира: концепт Ford Evos (2011 р.), концепт Google 2040 р., безпілотне таксі U-J Tra МТЗ на монореєйковій дорозі, концепт Nissan Panorama та ін.

Для кожної ергономічної схеми МТЗ передбачається ряд пропорційних співвідношень, згідно з яким зв'язуються основні композиційні елементи інтер'єру та екстер'єру ТЗ. Попередня ергономічна схема вибирається згідно з призначенням ТЗ і визначається регламентованими посадкою та посадковими манекенами. Для організації використовуються лінійні розміри манекенів 5, 50 і 95 перцентилів з поправками на одяг та взуття; відстані від плечового та тазового поясів до кермового колеса, педалей, рукояті КПП та інших органів управління в межах досяжності, а також відстані між манекеном та перегородками, стелею, дверима, спинками передніх сидінь тощо; допустимі кутові параметри рухливості (кінематики кінцівок) та оглядовості, в т.ч. приладової панелі та дзеркал заднього виду; стандартні типорозміри вантажних та баражних відділень.

При системному підході виправдано застосування модулів, утворених стандартними типорозмірами в деталях: 1) пов'язаних з антропометричними

даними: органи управління та контролю, сидіння, поручні тощо; 2) пов'язані з конструкцією: силові модулі (число модулів залежить від класу ТЗ), пакети АКБ (число стандартних пакетів залежить від потужності силових модулів та типу посадки).

Посадкова схема водія та пасажирів у МТЗ залежить від загальної кількості місць. Для МТЗ розглядаються одно-, дво- та тримісні компоновання. На рис. 2.2, 2.3 подано класифікацію посадкових схем МТЗ.

1. Поперчене розташування водія та пасажирів (рис. 2.1, 2.2): тип положення людини на сидінні – автомобільне; зменшує колісну базу МТЗ, зменшує стійкість та керованість; збільшує маневреність, широка колія зменшує схильність до перекидання, зручне розташування дверей МТЗ.

2. Поздовжнє розташування водія та пасажирів (рис. 2.2; 2.3): типи положення людини на сидінні: автомобільне (сидить у кріслі) та мотоциклетне (обіймає колінами сідло); мотоциклетне розташування зменшує довжину МТЗ, зменшує коліну автомобіля; зменшує лобову площу кузова МТЗ. Ця схема раціональна для експлуатації в міських умовах.

На рис. 2.2 представлені компоновальні 4-колісні схеми з 3-місною посадкою пасажирів: розташування 2+1/1+2 пасажирів уздовж центральної осі МТЗ; зменшує значення коефіцієнта аеродинамічного опору (дана схема компоновання дозволяє проектувати кузов у формі «крапці»). Схеми дозволяють використовувати антропометричний простір раціонально.

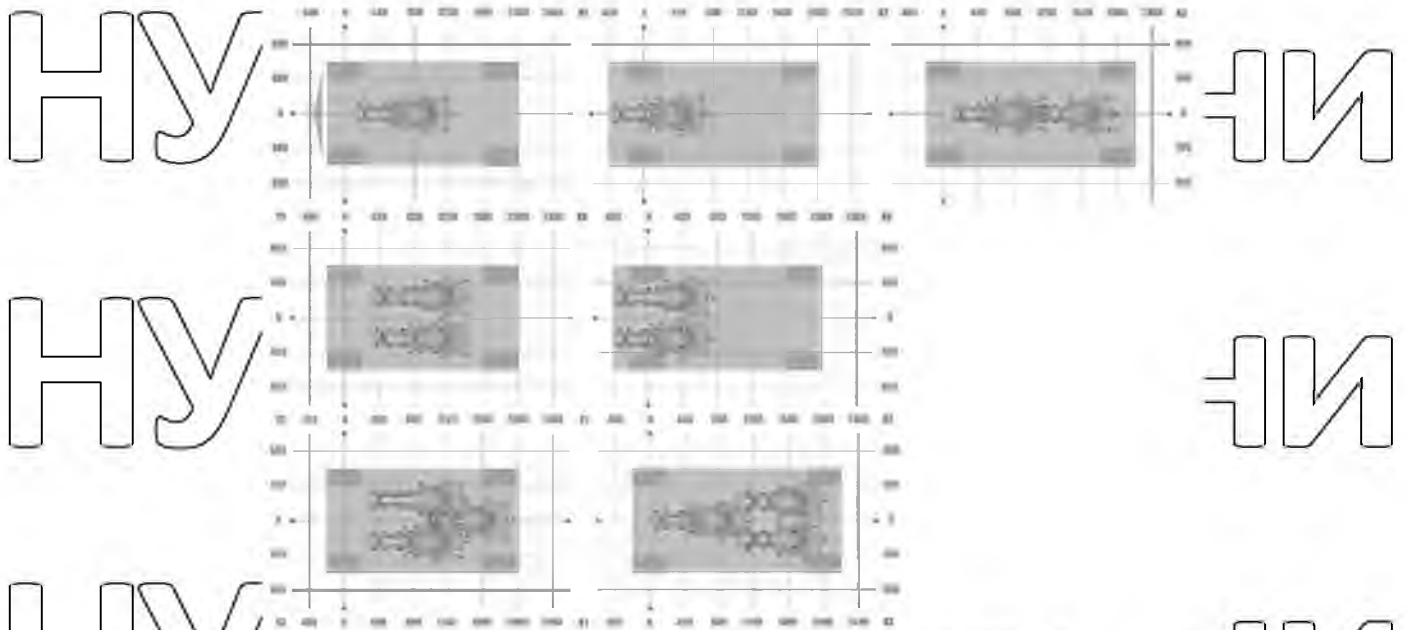


Рисунок 2.2 – Класифікація посадкових схем у 4-колісних МТЗ

На рис 2.3 представлені компоновальні 3-колісні схеми:

1. Схема з 1 керованим колесом (рис. 2.3) дво- та тримісні: зменшує масу МТЗ (простота підвіски та кермового механізму); зменшує стійкість. Рационально застосовувати кероване мотор-колесо для збільшення ККД та зменшення загальної ваги конструкції (збільшує вартість та безпружинну масу, погіршує керованість).

2. Схема з двома керованими колесами (рис. 2.3): зменшує втрати у трансмісії (відсутність диференціала); можливість переднього розташування ДВЗ (диференціал) та заднього мотор-колеса; підвищує стійкість відносно першої схеми. 3-колісна схема зменшує прохідність МТЗ відносно 4-колісної схеми (колеса рухаються у різних коліях). При малій швидкості руху у міських умовах недоліки у стійкості та прохідності не виявляються.

Для проведення оцінного аналізу посадки водія та пасажирів в аспекті компактності визначено площі чотирьох змодельованих посадкових схем за методом В.А. Ашкіна [2]. Об'єми водія (V_d) та пасажирів (V_p), багажно-вантажного простору (V_n) формують єдиний об'єм антропометричного простору.

$$V_s = V_d + V_p + V_b.$$

(2.1)

Двомісна поздовжня посадкова схема і тримісна посадкова схема з двома пасажирами зваду є раціональними в аспекті матеріаломісткості та компактності МТЗ.

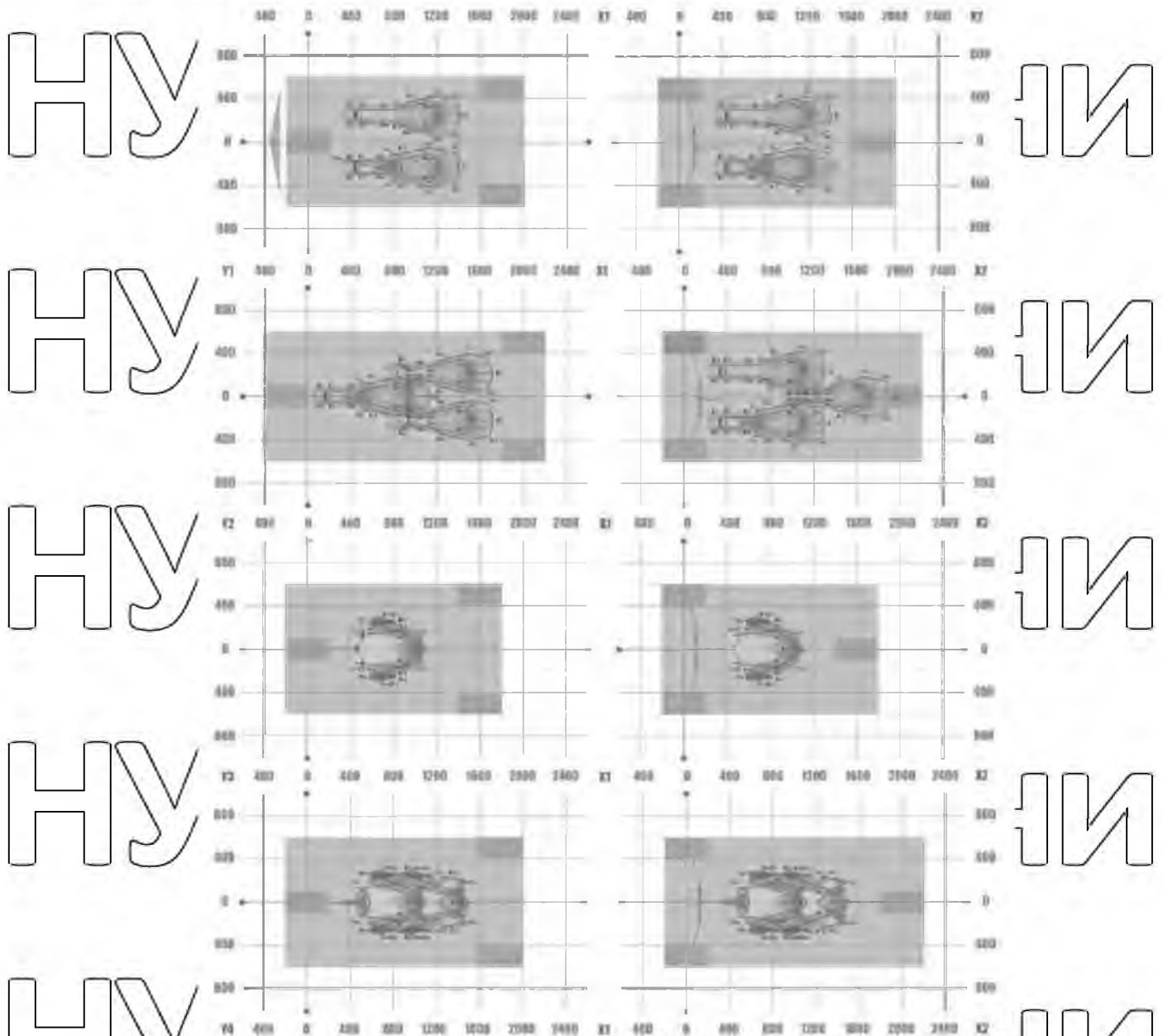


Рисунок 2.3 – Класифікація посадкових схем у 3-х колісних МТЗ

Для МТЗ має переваги компоновальна 4-колісна двомісна схема з поздовжнім розташуванням водія та пасажирів, що забезпечує малу колію, керованість, стійкість та маневреність МТЗ.

2.2. Класифікація та моделювання сучасних компоновальних схем малогабаритних транспортних засобів

Габаритні розміри, компоновання антропометричної та агрегатної зон, пропорції в цілому відносяться до компоновально-геометричних параметрів

ТЗ. Повнопривідні ТЗ поєднують переваги передньопривідного та задньопривідного ТЗ. При виборі двигуна та ведучих коліс МТЗ слід враховувати компоновальні та експлуатаційні властивості МТЗ. Проведемо

порівняльний аналіз передньо- та задньопривідної компоновальних схем МТЗ

та розглянемо вплив кожної з них на наступні експлуатаційні властивості:

тягово-швидкісні властивості, паливна економічність, стійкість та керованість.

Б.М. Фіттерман у своїй роботі по мікроавтомобілям [15] рекомендує для

забезпечення необхідного антропометричного простору кузова

малогабаритного транспорту такі компоновочні схеми: 1) передньопривідне компоновання з ведучими передніми колесами; 2) передньопривідне компоновання із задніми ведучими колесами; 3) задньопривідне компоновання із задніми ведучими колесами.

Розвиток ТЗ з комбінованою енергосиловою установкою (КЕСУ).

Більшість науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт з автомобілів з КЕСУ у світовому автомобілебудуванні проведено за останнє десятиліття. 1997 року вперше у світі автомобілі з КЕСУ стали випускатися

ToyotaMotor [5]. У 2005 році корпорація ToyotaMotor представила результати

дослідження, які показали, що ТЗ з КЕСУ найбільш ефективні при врахуванні енерговитрат та викидів CO₂ у повному циклі виробництва та експлуатації. На думку фахівців ToyotaMotor, Міністерства транспорту та будівництва

Німеччини та більшості фахівців у середньостроковій перспективі (до 2020–

2030 рр.), КЕСУ є найбільш ефективним напрямом з екологічності та енергоємності МС.

Вибір та обґрунтування структурних схем КЕСУ для МТЗ. У морфологічній схемі МТЗ можна застосовувати різні агрегати та структурні схеми КЕСУ за сформульованими вимогами до компоновання: паливної економічності, екологічності, тягово-швидкісних властивостей тощо.

У структурних схемах КЕС МТЗ розглядаються ТД, ЕД і НЕ. КЕСУ класифікуються за принципом компоновання ТД та ЕД:

1. Послідовна схема компоновання КЕСУ (привід від ЕД). Дане компоновання ЕД і ТД забезпечує рух з відключеним ТД для зменшення шкідливих викидів під час руху у місті, закритих виробничих приміщеннях, відкритих великих територіях та інших. ЕД має можливість рекуперувати енергію у НЕ при гальмуванні МТЗ. У роботі [2] вказано основний недолік послідовного компоновання, який заважає отримати високу економію палива.

2. Паралельна компоновальна схема КЕСУ (привід можливий від ТД та (або) ЕД). Дане компоновання раціональне для МТЗ з позицій екологічності та паливної економічності. Існують недоліки: втрати потужності в КЕСУ через складність динамічних процесів; дорогий блок керування для узгодження роботи двох двигунів КЕСУ.

Для виправлення викладених недоліків використовується інший тип паралельного компоновання КЕСУ для застосування під час створення МТЗ.

Компоновання МТЗ ДВЗ+ЕД. Переднє розташування ДВЗ формує підкапотний простір, збільшуючи загальну довжину ТЗ. Відносно передньої осі сидіння водія зміщується назад, де можливе розташування балона та газового обладнання, і під ним – АКБ. Це компоновання дозволяє забезпечити раціональний баланс по осях МТЗ.

Компоновання МТЗ ЕД+ДВЗ. Центр тяжіння МТЗ переміститься назад, при цьому зменшиться недостатня обертовість. Привід на задні колеса здійснюється від ДВЗ, збільшуючи зчеплення з дорогою та динаміку розгону.

Застосування плоских АКБ можливе під водієм та пасажиром. Під сидінням може бути газовий балон при мотоциклетній посадковій схемі водія. Для розташування ДВЗ за заднім кріслом ТЗ необхідно збільшити довжину

рами/кузова або водія-пасажирів розташувати поруч один з одним, збільшуючи ширину. Рациональним рішенням буде розташування водія та пасажирів один за одним у сидлі [4; 9]. На компонованні передбачається мотоциклетний одноциліндровий ДВЗ з горизонтальним розташуванням циліндра, який має малі масогабаритні параметри.

Компоновання МТЗ два ЕД + один ДВС. Заднє розташування ДВЗ та газового балона забезпечує основну масу МТЗ на задні колеса. АКБ із конденсатором необхідно розташувати максимально низько, щоб знизити центр тяжіння МТЗ. З цим компонованням буде рационально поєднуватися

мотоциклетна посадкова схема водія-пасажирів, що дозволить розташувати блок конденсаторів під сидінням. Зменшується колісна база МТЗ при задньому ДВЗ та його вертикальному положенні циліндрів, зближуючи мости.

Розташування пасажирів над двигуном і за ним – 1-2 газові балони дозволяє зменшити загальну довжину кузова ТЗ. Два незалежні ЕД або мотор-редуктори припадають на кожне переднє колесо, звільняючи передній підкапотний простір ТЗ.

Компоновання МТЗ ДВЗ (вздовж рами) + ЕД дозволяє вільніше організувати елементи трансмісії.

Для забезпечення малої габаритної ширини МТЗ необхідно вести моделювання схеми компоновання спільно з морфологічною структурою кузова або рами. Рационально використовувати для МТЗ задньопривідну схему компоновання з переднім ЕД для забезпечення достатнього антропометричного і агрегатно-силового простору.

Для визначення грамотності процесу ескізного компоновання агрегатів та вузлів МТЗ, що впливатимуть на експлуатаційні властивості ТЗ, необхідно провести класифікацію та моделювання можливих варіантів альтернативних компоновок агрегатів та вузлів МТЗ (ЕД; ДВЗ; ТЕ; водень; АКБ).

2.3. Методологічні особливості антропометричного моделювання посадкових схем малогабаритних транспортних засобів

Моделювання ергономічної схеми ТЗ враховує вимоги ергономіки, які пред'являються до ТЗ і поділяються на антропометричні, фізіологічні, психологічні, гігієнічні та психологічні.

Лінійними розмірами окремих частин тіла (статичні показники) та зонами досяжності, кутовими та лінійними переміщеннями частин тіла (динамічні показники) споживачів визначають показники салону кузова ТЗ.

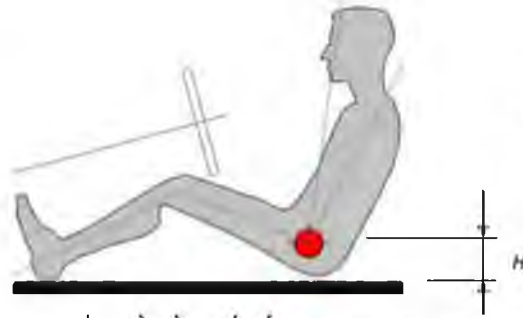
Статичні та динамічні антропометричні показники споживачів подаються у формі табличних даних із середнім арифметичним значенням (M) та середнім квадратичним відхиленням (σ) показників, що відображає її мінливість та варіативність. У табличних даних відображаються 5-й, 50-й та 95-й перцентилі показників споживача (5 %, 50 % та 95 % рівні репрезентативності за

нормальним законом розподілу випадкової величини, за кривою Гауса). По 5-му перцентилю визначаються зони досяжності, а по 95-му - зони вільного простору (салону)

При проектуванні ТЗ в Україні використовується діючий ДСТУ 1985, згідно з яким $M = 172,3$ см (50-й перцентиль зросту чоловіка), в ЄС по DIN 33408 – $M = 175,0$ см (50-й перцентиль зросту чоловіка). Діапазони зросту споживача (5-й та 95-й перцентилі): для України – 161,4 см ... 183,5 см; для ЄС – 163,0 см ... 187,0 см. У статті С. Мішина [3] представлений порівняльний аналіз даних зросту та ваги споживачів за ДСТУ та DIN.

Найбільш важливим параметром при компонованні посадкового місця є точка «Н» (h-point/hip-point) (рис. 2/4) – це відносне розташування точки опори стегна водія/пасажира по відношенню до підлоги ТЗ або по відношенню до висоти над рівнем землі та по відношенню до комфортного стану водія, оглядовості з транспортного засобу в русі. Для точки «Н» формально використовується антропоморфний орієнтир – кульшовий суглоб чоловіка 50-го перцентилю на профільній проекції.

НУБІ



їНИ

НУБІП України

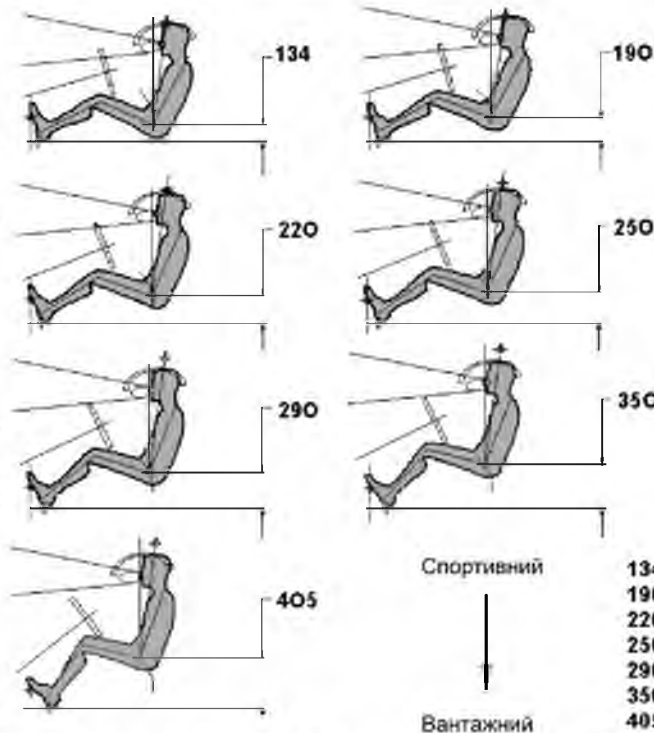
Рисунок 2.4 – Положення точки «H»

Порядок визначення точок *H* та *R* на посадкових місцях ТЗ, а також структура, основні параметри та розміри манекенів регламентують правила ЄЕК ООН та стандарти (правила ЄЕК ООН №№ 12, 14, 16, 17, 21, 25, 29, 32, 33, 35, 43, 46, 61, 66, 80, 94 і 95; МС ІСО 6549-80 та ІСО 4130-78).

НУБІП України

Умови експлуатації ТЗ та розмірні дані точки «H» визначають автомобільну посадкову схему водія.

НУБ



їНИ

НУБ

їНИ

НУБ

їНИ

Рисунок 2.5 Рівень посадкової схеми водія по відношенню до висоти кузова та призначення ТЗ

Параметри посадкового місця водія та компонування органів керування в автомобілях регламентуються стандартами та рекомендаціями: ОСТ 37.001.413-86, ОСТ 37.001.458-07, 37.001.458-87.

2.3.1 Розробка методики вибору раціональних посадкових схем у дизайні малогабаритних транспортних засобів

Посадкова схема водія та пасажирів утворює комплекс загальних вимог, що забезпечують розподіл функцій між ними та ТЗ.

Положення водія та пасажирів є важливим фактором у формуванні зовнішнього вигляду та компоновальних рішень ТЗ, щоб підвищити ефективність процесу проектування, потребує визначення основних параметрів та ергономічних вимог.

Проектувальник (дизайнер, ергономіст, конструктор), розробляючи місце водія, оперує інформацією про призначення ТЗ, вимогами стандартів, суб'єктивними уявленнями про зручність водія та пасажирів, а також спирається на досвід попередніх проектувальників.

Ергономічні вимоги повинні забезпечувати раціональну стійку схему водія для комфортного розподілу фізичних зусиль при експлуатації.

Вимоги щодо життєздатності МЗ повинні забезпечувати: зниження впливу на водія та пасажирів шкідливих фізичних факторів.

Вимоги технічної естетики повинні забезпечувати високий рівень споживчих властивостей ТЗ та їх складових частин, що керуються, обслуговуються та використовуються водієм та пасажиром.

Посадкове місце водія має забезпечувати зручність експлуатації з мінімальним зусиллям при керуванні та з максимальним оглядом та контактом із сидінням [3].

Під компонованням посадкової схеми водія та пасажирів мають на увазі основні геометричні параметри, що характеризують його положення відносно колісної бази, та розміщення органів управління.

Загальне компоновання традиційно починають із розміщення двовимірних манекенів водія та пасажирів. Розміщення водія починається з побудови на кресленні ліній меж підлоги, висоти сидіння та перегородок аркового простору коліс, які використовують як базу для координування

розмірів, що визначають посадку водія. Знайдене положення шаблону фіксують на кресленні. Якщо кути між окремими елементами шаблонів не виходять із зазначених вище меж, то вибрані положення сидіння можуть бути визнані задовільними.

Моделювання посадкового місця в МТЗ здійснюється за допомогою двовірного манекена 95-го перцентилію (DIN 33408).

Питання масштабу виключається, тому що моделювання посадкового місця здійснюється у професійній комп'ютерній програмі, що дозволяє підготувати посадкову схему МТЗ у будь-якому масштабі без втрати точності.

Існує два основні підходи до ергономічного проектування ТЗ: від заданого простору до людини та від людини до проектування простору.

Перший підхід: простір організується, виходячи із заданих параметрів, обумовлених стандартами, технічними завданнями, нормами безпеки тощо, далі предметна область, пов'язана з людиною, вписується в простір і коригується виходячи з умов, поставлених вище. Другий підхід: параметри «людина» та її «робоча область» є точкою відліку у проектуванні простору. Теоретично ці два підходи мають право існувати незалежно один від одного.

Насправді застосовується два підходи паралельно, але пріоритет має перший підхід. Цей підхід має очевидні мінуси: виконання заданих вимог при погіршенні зручності людини.

Зумовлений великою кількістю вимог, простір водія та пасажирів вписується у створене конструкторами компонування, і якщо у світовій практиці при розробці екстер'єру компроміс між дизайнерами та конструкторами може схилитися на користь дизайну, то ергономічний простір МТЗ підпорядковується відпрацьованим схемам. Схеми залежать від призначення ТЗ, його колісної бази та цінової категорії. Чим дорожче ТЗ, тим більше пріоритету при проектуванні отримує водій та пасажир, тим більше ергономічного простору ТЗ і тим більше уваги приділяється зручності. Чим менше і дешевше ТЗ, тим найбільш актуальним стає обмежувати простір

пасажирів та водія. Пов'язано це з класом та категорією Т3 – особливо малим, для якого важливими стають зовнішні габарити параметри Т3.

Часто розглядається посадкова схема, коли основне використання МЗ передбачає двох осіб (водій та один пасажир). Як можливе, на рівні комфорту значно нижче, використання ще двома пасажирями, жертвуючи при цьому простором багажника. Проведемо аналіз існуючих МЗ відносно ергономічного простору.

Розглянемо положення водія у автомобілі в аспекті колісної бази.

На рис. 2.6, а зображено порівняльний аналіз чотирьох найбільш характерних міських МЗ: Mercedes Smart ForTwo, Toyota IQ, Nissan Micra та Mini. На рисунку малу колісну базу має Smart, а більшу базу має Mini. Mini менш придатний для порівняння з обраних чотирьох МЗ, оскільки більше відноситься до малого класу за ціною та параметрами. Однак аналіз даного порівняння має певну цінність, Mini має різницю в колісній базі порівняно зі Smart.

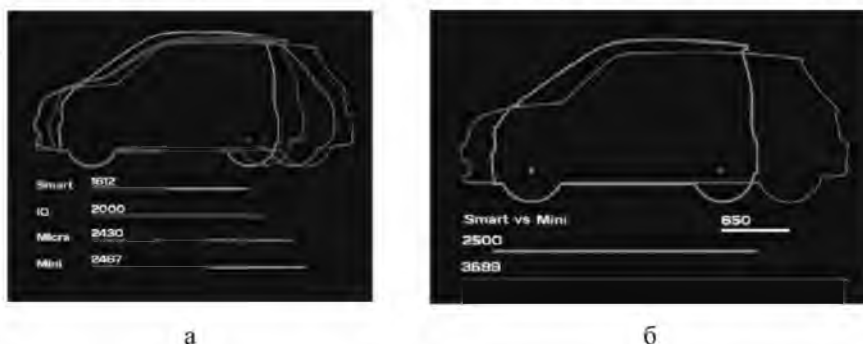


Рисунок 2.6 – Порівняльний аналіз автомобілів по колісній базі

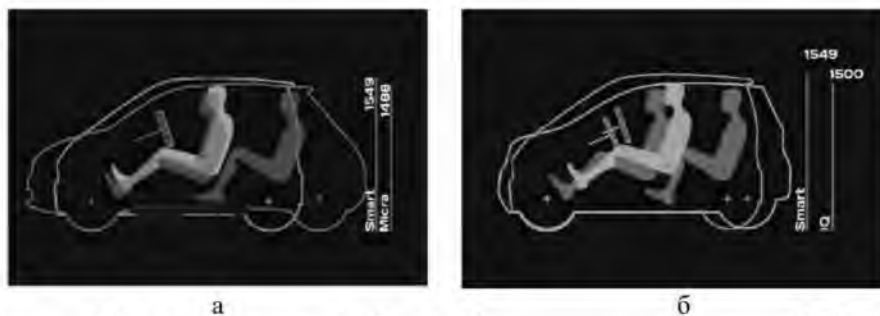
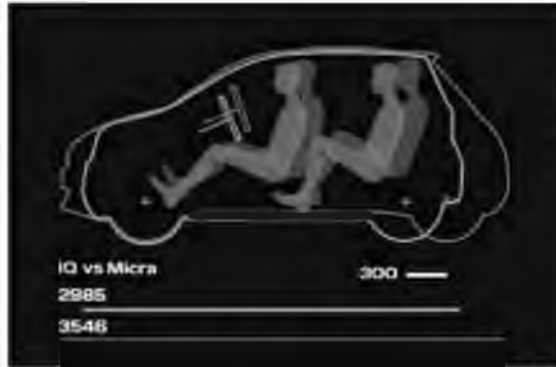


Рисунок 2.7 – Порівняльний аналіз посадки водія та пасажирів за висотою

НУБІ



аїни

НУБІ

України

аїни

Рисунок 2.8 – Порівняльний аналіз посадки водія та пасажирів

Висновком до порівняльного аналізу МТЗ та посадок водія та пасажирів, служать такі цифри: при збільшенні типового автомобіля особливо малого класу на 650 мм за базу на 1200 за габаритними параметрами, в середньому на 50 мм за висотою, ТЗ, яке здатне вирішувати вузьке коло завдань, перетворюється на ТЗ, що здатне з відносним комфортом переміщати до 4 людей з багажем по місту. Тенденція постійного вдосконалення ТЗ в даному сегменті призводить до постійного збільшення габаритних параметрів ТЗ при рестайлінгу, що збільшує споживчу привабливість товару.

НУБІ

України

аїни

НУБІ

України

аїни

Завдання щодо проектування посадкової схеми водія та пасажирів вирішуються на етапі загального компоунання ТЗ. У ТЗ формуються основні параметри компоунання посадкових місць водія та пасажирів: область експлуатації ТЗ; принципова компоувальна та структурна схема; попередні технічні параметри та характеристики; вимоги до архітектурно-пластичного рішення; додаткові спецвимоги [3].

НУБІ

України

аїни

На етапі аналізу ТЗ на розробку МТЗ необхідно визначити домінуючий фактор при ергономічному проектуванні (економічність, місткість, максимальний обсяг багажника тощо). На наступному етапі ведеться формування проекту та детальний аналіз структури інтер'єру ТЗ з посиланням на ТЗ [13].

НУБІ

України

аїни

НУБІ

України

аїни

РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ДИЗАЙНІ МАЛОГАБАРИТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

У світовій практиці автомобільного дизайну за багато років склався традиційний дизайн-процес розробки нової моделі ТЗ. Електронне тривимірне моделювання в дизайні ТЗ є одним із основних засобів реалізації художньої концепції форми. Виявляється актуальність методологічного обґрунтування традиційного та сучасного проектного моделювання у дизайні ТЗ.

Дизайнерська практика будується на постійному оновленні форм ТЗ, переосмисленні взаємодії та структуроутворенні об'єктів та простору. Зниження термінів моделювання майбутнього ТЗ є актуальним завданням. Це завдання дозволяє вирішити впровадження міждисциплінарних принципів у процесі проектування ТЗ.

Метою глави є опис принципів проектного моделювання МТЗ, виявлення міждисциплінарних зв'язків у вивченні сучасних принципів проектного моделювання для вирішення завдань сталого дизайну та пошуків нових рішень форм МТЗ, дослідження нових видів проектного моделювання ТЗ на прикладі актуального сегмента ТЗ – МТЗ.

Розроблені та описані нижче принципи електронного тривимірного моделювання МТЗ дозволяють грамотно вибирати раціональний спосіб моделювання у конкретній проектній ситуації, шукати нові способи втілення ідей, розвивати нове мислення та інноваційний підхід до моделювання МТЗ.

У процесі дизайн-проективання ТЗ особливе місце займає поверхове моделювання. Вимоги до поверхового моделювання постійно зростають одночасно з здешевленням технологій швидкого прототипування, розвитком системного дизайну (де одна ЕГМ одночасно йде на рекламу, виставку, макет, виробництво тощо). У процесі дизайн-проективання необхідно прагнути до зниження терміну проектування, зниження кількості матеріальних ресурсів (комп'ютерний аналіз на міцність, аеродинаміку та ін.), що тягне за собою переслідування важливої мети – зниження вартості кінцевого виробу.

Дані завдання нині активно вирішуються за допомогою високоякісних поверхневих моделей транспортних засобів.

Поверхні класу «А» нині найбільш потрібні у процесі проектного моделювання ТЗ. Сфери застосування цих поверхонь багатогранні. Особливе місце займає кузов ТЗ, який неодмінно створюється за допомогою поверхонь

класу «А», щоб досягти високої якості відблисків та світлотіні. Вони застосовуються в наскрізному дизайн-проектіванні ТЗ, в якому створюється модель для виготовлення методами швидкого прототипування,

високореалістичної візуалізації та медіа-вистави. Викладене вимагає розробки

методологічних засад проектного моделювання поверхонь класу «А» на основі аналізу форми поверхонь певного класу якості, оцінки та перевірки якості поверхонь, у тому числі поверхонь класу «А».

3.1. Методика електронного геометричного моделювання

малогобаритних транспортних засобів

В даний час основу тривимірного моделювання складають методи: 1) метод конструктивного представлення (C-REP): використання булевих операцій для представлення складної моделі в якості елементарних об'єктів;

2) метод графічного уявлення (B-REP): подання моделі в результаті претанного процесу перетворення примітивів [4].

У дизайні, зокрема в автомобільному дизайні, електронне тривимірне моделювання поділяється на види історії побудови та за елементами побудови.

У практиці автомобільного дизайну види моделювання використовують у синтезі, формуючи певний принцип до створення форми ТЗ. В результаті аналізу застосування видів моделювання сформульовано та розроблено чотири принципи моделювання: 1) традиційний; 2) інверсійний; 3) генеративний; 4) інтерактивний [17].

В автомобільному дизайні використовуються традиційні та інверсійні принципи, в основі яких геометричне моделювання.

Традиційний принцип: 1) творче рукотворне (Sketch modeling) чи полігональне моделювання (Polygonal and mesh modeling); 2) поверхове моделювання (Surface modeling); 3) твердотільне моделювання (Solid modeling); 4) прототипування (Prototyping).

Даний принцип забезпечує моделювання концепт-артів, концептів та підсумкових форм кузова ТЗ з різною складністю геометрії. Критерії вибору традиційного принципу моделювання: оболонкова структура форми кузова, не фрактальна, не потребує змін у часі та просторі; вихідними даними для моделювання є ескізи та креслення.

Графічні моделі можна класифікувати за такими критеріями: форма (малюнок, ескіз, креслення, схема), функція (малюнок, пошуковий малюнок, ескіз, демонстраційний рисунок); технічний рисунок; схема; креслення деталі, складання, загального виду, компоновання, теоретичного, габаритного) зображення.

Інверсійний принцип: 1) традиційне (рукотворне) макетування (Modeling); 2) тривимірне сканування (3D scanning); 3) поверхове моделювання класу «А»/«В» (Surface modeling); 4) твердотільне моделювання (Solid modeling); 5) прототипування (Prototyping).

Інверсійний принцип моделювання по етапах має схожість із традиційним, однак, для створення поверхневої моделі використовуються дані, отримані скануванням рукотворного макета або прототипу на тривимірному сканері. Формоутворення виходить з результатів тривимірного сканування, тобто вихідними даними є поле точок чи полігональна модель.

Підходить для моделювання кузова, що наближаються до заключної стадії виробництва або для рестайлінгу існуючої форми кузова. Даний принцип більш трудомісткий, у порівнянні з традиційним, у зв'язку з тим, що потрібно створити макет або мати готовий прототип, витратити час на сканування,

однак досягається максимальна наближеність параметрів кузова до реального об'єкта або макету. Критерії вибору інверсійного принципу моделювання: за ТЗ як вихідні дані для проектування – пластиліновий макет, форма не

фрактальна, не потребує змін у часі та просторі, але складна закрита оболонкова. Об'ємні моделі можна класифікувати за такими критеріями: форма зображення (темплет, модель, макет, дослідний зразок), стадія розробки об'єкта зображення (проектний та робочий макети), етап виконання зображення (чорнової та чистової макети), функція зображення (пошуковий, довідковий та демонстраційний макети).

У традиційному та інверсійному принципах моделювання найважливішу роль має етап поверхневого моделювання. Основою автомобільного дизайну є складне поверхове моделювання.

Вимоги до поверхневого моделювання постійно зростають одночасно з здешевленням технологій швидкого прототипування, проведенням достовірного чисельного аналізу на міцність, аеродинаміку та ін; застосуванням системного дизайну (де одна модель одночасно йде для створення реклами, виставки, на виробництво). Ці завдання в даний час вирішуються за допомогою високоякісних поверхневих моделей.

Поліскладове поверхнєве моделювання. Диференціація поліскладових поверхонь. Будь-яка модель складається з безлічі різних елементарних поверхонь, що призводить до необхідності стикувати різні за походженням поверхні один з одним. Досягнення візуально нерозрізненого стику матової або напівматової поверхні досягається в класі «В», однак за наявності глянсової поверхні візуально нерозрізненого стику та плавного переходу відблиску потрібна побудова поверхонь класу «А».

Способи з'єднання поверхонь між собою: двома прямими лініями, що утворюють плоску поверхню – *skin* (клас «С»), фаскою із заданими радіусом або радіусами (якщо кут між поверхнями 90°) – *round* (клас «В»), вільною фаскою (якщо кут між поверхнями не 90°) – *surface file*, *freeform blend* (клас «В» або «А» залежно від вибраних опцій); поверхнею створеною двома *blend*-кривими, вирівняними відносно вихідних поверхонь за певною кривизною (клас «В» або «А» залежно від обраних опцій); функціоналом автоматичного замикання поверхонь (*align*), коли одна поверхня автоматично стикується з

нерухомою іншою за кривизною G2 (клас «А»); Головним критерієм якості поліскладової поверхні є її безперервність (безперервність кривих, що створюють цю поверхню, рівність ребер поверхні).

Диференціація поліскладових поверхонь за візуальною якістю:

– Поверхня класу «А» (це поліскладова поверхня із застосуванням безперервностей високого порядку G2 та G3 у місцях плавного переходу та G0 для моделювання ребер). При візуалізації характеризується якісними стиками поверхонь та природними цілісними відблисками по всій своїй поверхні (рис.

3.1). Застосовується для моделювання глясових видових поверхонь кузова (високоякісна візуалізація, прототипування та серійне виробництво).

– Поверхня класу «В» (використання безперервності у всій моделі не вище G1). При візуалізації має невизначні стику, але набуває деяке спотворення відблисків (рис. 3.2). Застосовується у виробництві функціональних об'єктів інтер'єру та екстер'єру кузова Т3.

– Поверхня класу «С» (використання безперервності у всій моделі не вище G0). При візуалізації характеризується низькою візуальною якістю стиків та ламаними відблисками. Використовується при проектуванні агрегатів та вузлів (рис. 3.3).

У складній глясовій видовій поверхні, наприклад, кузова Т3, зустрічаються всі види безперервності G0, G1, G2; застосування кожного з них залежить від поставлених завдань перед дизайнером і того, як буде розбита складна поверхня на прості. Завдання дизайнера при моделюванні складної поверхні у класі «А» дробити модель на прості поверхні та домагатися візуального ефекту цільної оболонки, тобто коли відблиск переходить від однієї частини поліскладової поверхні до іншої гладко, змінюючи свій напрямок і характер відповідно до художнього завдання, а не з проблемами моделювання.

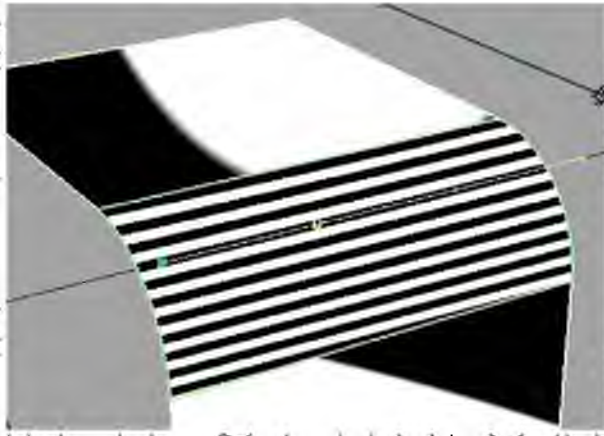


Рисунок 3.1 – Фаска (fillet) G0 community

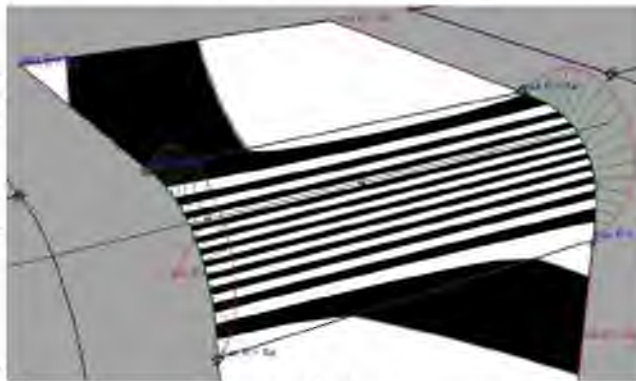


Рисунок 4.2 – G1 community

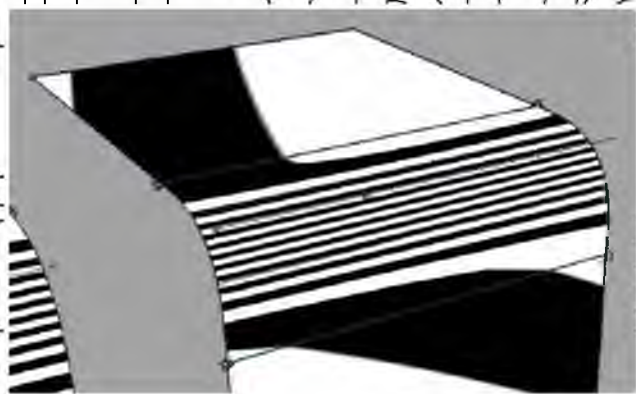


Рисунок 4.3 – G2 community

Поверхня класу «А» є поліскладовою поверхнею з двох або більше поверхонь з поєднанням між собою по G0, G1, G2, за допомогою яких відбувається усвідомлене керування та моделювання відлісків, з метою якісної презентації об'єкта та подальшого наскрізного моделювання.

Доцільними об'єктами моделювання поверхонь класу «А» є складна увігнуто-опукла форми кузова ТЗ з видовими площинами та закритою об'ємно-просторовою оболонковою структурою. Кузов легкового автомобіля, де

потрібне нюансне опрацювання форми та високоякісні поверхні. В інших випадках моделювання поверхонь класу «А» буде економічно недоцільним у зв'язку з витратою великої кількості часу.

У складній глясовій видовій поверхні кузова легкового автомобіля зустрічаються всі види безперервності G0, G1, G2, застосування кожної з них залежить від поставлених завдань перед дизайнером і того, як буде розбита складна поверхня на прості. Завдання дизайнера при моделюванні складної поверхні у класі «А» дробити модель на прості поверхні та домагатися візуального ефекту цільної оболонки, тобто коли відблиск переходить від однієї частини поліскладової поверхні до іншої гладко, змінюючи свій напрямок і характер відповідно до художнього завдання, а не з проблемами моделювання.

Аналіз поверхонь. Для ілюстрації та аналізу того, як виглядатимуть реальні поверхні, використовуються різні способи аналізу кривих та поверхонь. Однак найбільш інформативними для виявлення та аналізу поверхонь класу "А", "В" і "С" є "Аналіз епюри кривизни" ("Curve epure") та "Ізофотний аналіз" ("Isophot analysis").

Епюрний аналіз побудовано на оцінці радіусів кривизни. Епюра кривизни характеризується перпендикулярними до дотичних та аналізованих кривих, прямими (кількість яких можна задати рукотворно) та висотою даних, поперечних прямих, що відображають кривизну поверхні та виявляють наявність радіусів кривизни або їх відсутність.

Даний вид аналізу кривих та ребер поверхонь заснований на виявленні нерівностей. Епюра кривизни збільшує опуклості, западини та вигини кривої. Вона також показує вигин кривої. Діалогове вікно дозволяє змінювати розмір та щільність «поперечних прямих». Можливістю аналізу є виявлення та графічне подання максимального та мінімального радіусу кривизни.

Ізофотний аналіз з'явився до появи комп'ютерів і був заснований на освітленні об'єкта через поверхню, прорізану довгими рівновіддаленими смужками, через які поступово проникало світло, утворюючи ізофети.

Ізофотний аналіз моделює рефлекторні лінії. Даний вид аналізу дає повне уявлення про поширення і форму відблисків на поверхні об'єкта, що моделюється, і дозволяє з високою точністю візуально розрізнити поверхні класу «А».

Слід звернути увагу до ілюстрації характеру змін кривизни (характер епюри кривизни) реалізації різних сполучень поверхонь.

Рисунок 3.6 показує безперервність координати – G_0 . На поверхні добре видно злами по краях сполучення; рефлекторні лінії зовсім не узгоджені, на епюрі кривизни стрибки.



Рисунок 3.6 – Безперервність G_0

Рисунок 3.7 представляє безперервність по дотичній – G_1 . Як бачимо, злами по краях сполучення присутні, рефлекторні лінії мають взаємно впорядкований вигляд, але по крайках злами, що сполучається, містять стрибки. Це означає, що кривизна змінюється безперервно.



Рисунок 3.7 – Безперервність G_1

3.2. Методика оцінчного структурного аналізу кузова малогабаритних транспортних засобів

З появою комп'ютерних технологій з'явилися нові можливості вдосконалення конструкторсько-технологічного забезпечення дизайн-процесу. В даний час є можливість синтезу параметричного та творчого моделювання (параметризація типових деталей (болт, гайка, шайба, муфта та ін.) та відключення параметризації при моделюванні складних деталей кузова (двері, капот, брызговик та ін.). Моделювання поєднання поверхонь деталей кузова по вибраній дизайн-концепції форми стає складним завданням.

Проектування механічних ТЗ інтегрується з використанням електронно-віртуального середовища моделювання та інженерного аналізу (традиційні та чисельні методи) [14; 17]. Інструментальні можливості сучасних програмних систем максимально спростили підготовку вихідних даних та проведення чисельних експериментів.

З'являється можливість використовувати засоби чисельного аналізу у дизайн-проектванні, що визначає актуальність розробки методологічних особливостей використання чисельних засобів для дизайн-проектвання ТЗ.

Метою оцінчного структурного аналізу кузова в дизайні ТЗ є отримання попередніх міцнісних та аеродинамічних показників геометрії кузова чисельними засобами на етапі дизайну. Використання оцінчного структурного аналізу з використанням сучасних спеціалізованих комп'ютерних програмних пакетів прискорює процес проектування та оперативне внесення змін до вже наявних конструкцій ТЗ.

Для проведення оцінчного структурного аналізу кузова використовуються САЕ-системи (дослідження міцнісних та аеродинамічних параметрів кузова ТЗ), що забезпечують можливість оперативного внесення змін до структури ТЗ.

Оцінний структурний аналіз доцільний на етапі остаточного формування стильового рішення та створення ЕГМ поверхонь кузова ТЗ.

Найбільш необхідним буде використання на даному статичному етапі лінійного аналізу. Цей аналіз дозволить визначити найбільш навантажені місця конструкції, розподіл зусиль від навантажень та обмежень, виявити характер деформації кузова ТЗ. Отримавши такі характеристики, навіть наближені чи оціночні, дизайнер може змінити кузов ТЗ, уникнувши надалі принципів помилок та великих витрат на виправлення помилки.

Модальний аналіз є найпростішим видом розрахунків та підходить для використання при аналізі структури кузова ТЗ на етапі формоутворення.

Даний засіб чисельного аналізу визначає спектри власних частот різних варіантів структури певної форми кузова, що допомагає об'єктивно дати оцінку структурі обраної дизайн-концепції. Варіант з більш високою частотою структури кузова є більш міцним (щодо інших варіантів).

Статичний аналіз візуалізує найбільші деформаційні зони структури кузова для їхньої модифікації, що показує дизайнеру слабкі з позиції міцності у певній формі кузова ТЗ. Можливий нелінійний аналіз міцності структури кузова, який візуалізує відгук структури на ударні навантаження, але даний засіб чисельного аналізу вимагає додаткового часу і кваліфікації від дизайнера з фізики процесу.

При проектуванні МТЗ вже на ранніх етапах визначається морфологічна несуча структура кузова або рами. На цій основі можна робити вибір програмних засобів, у яких проводитиметься чисельний аналіз кузова. Чим складніша конструкція та форма кузова, тим більш високорівневу програму потрібно використовувати. Рационально проводити оціночні розрахунки і проектувати кузови в одній програмі чи одному пакеті, що прискорює аналіз, оскільки відсутній процес передачі ЕІМ в іншу програму, що, своєю чергою, спричиняє втрату всієї історії побудови моделі, у разі розрахунку без подальшої модернізації та коригування кузова (наприклад, перевірочний розрахунок).

Прикладом може бути програмний продукт САПІА.

ЕГМ розбивається на безліч простих елементів, що взаємодіють між собою лише у вузлових точках [5].

Алгоритм аеродинамічного аналізу кузова МТЗ на етапі дизайн-проектування. При формоутворенні кузова МТЗ необхідно враховувати аеродинамічні складові (характеристики повітряного потоку розподілу тиску на зовнішній та внутрішній формі кузова ТЗ). Максимальна потужність і конструктивна швидкість легких МТЗ дозволяють не проводити повноцінні випробування на узгодження показника опору при формоутворенні кузова МТЗ (при менше 60 км/год руху МЗ у міських умовах збільшення опору призводить до незначного зниження паливної економічності ТЗ), що розширює естетичні можливості дизайнера у формоутворенні кузова МТЗ для оригінальних альтернативних рішень та задоволення вимог на сучасному ринку транспорту.

Існуючі рішення важких МТЗ мають переважно максимальну конструктивну швидкість 75...120 км/год (аналіз виробництва МТЗ, див. вище, розділ 1), тоді формоутворення кузова важких МТЗ має узгоджуватися з показником опору, а їх поверхнева структура піддаватися аеродинамічній оцінці. Засіб чисельного аналізу з аеродинамічної оцінки форм кузова МТЗ на етапі дизайн-проектування забезпечує точність до 30%. Це дозволяє дизайнеру грамотно скоригувати художню форму кузова МТЗ вже на стадії вибору та обфрунтування форми кузова.

Малі швидкісні режими МТЗ (до 45...50 км/год) можуть забезпечити можливість отримати оригінальні стильові риси форми кузова, виділяючи їх на автомобільному ринку.

Сформулюємо алгоритм оцінного аеродинамічного аналізу форми кузова МТЗ. В аеродинамічних розрахунках задається область, де моделюється рух середовища. Обмежувальні стінки – межі труби або поверхня тіла, що обтікається. Розрахунок ведеться з МКЕ.

1. Визначення n -варіантів дизайн-концепцій форм кузова МТЗ для оцінного аналізу. Вибір або перевірка певної дизайн-концепції або дизайн-

концепцій форм кузова МТЗ за композиційними вимогами об'ємно-просторової структури (організованість, інформативність, виразність, оригінальність, образність, відповідність стилю та моди, упорядкованість частин). Визначення геометричних параметрів форми кузова МТЗ здійснюється з урахуванням гармонізації пропорційно-ритмічних характеристик та цілісності.

2. Вибір програмної системи для моделювання та проведення оцінного аналізу.

3. Моделювання та підготовка спрощеної ЕГМ вихідної художньої форми кузова МТЗ. Виняток із аналізу оцінки дверей, скла, дзеркал та інших стиків (дизайн-концепт МТЗ). Визначення форми МТЗ в аспекті синтезу дизайн-концепції та аеродинаміки.

4. Оцінка ЕГМ форми кузова відповідно до вимог до точності та топології. Перевірка моделей варіантів дизайн-концепцій за відповідними критеріями точності та топології.

5. Завдання вихідних даних для оцінного аналізу в програмній системі (сили, що діють на ТЗ; потік, що набігає).

6. Візуалізація обтікання ЕГМ форми кузова МТЗ повітрям та визначення коефіцієнта лобового опору, визначення траєкторії потоків, візуалізація стрічками (перспектива), розподіл швидкості набігаючого потоку (горизонтальна та профільна проєкції). Аналіз вихідної художньої форми кузова МТЗ, характер обтікання повітрям. Визначення коефіцієнта лобового опору кузова. Формулюється висновок за отриманими даними та редагується форма кузова МТЗ.

7. Моделювання змін в ЕГМ кузова МТЗ.

8. Візуалізація обтікання ЕГМ форми кузова МТЗ повітрям та визначення коефіцієнта лобового опору. Визначити коефіцієнт опору, проаналізувати обтікання моделі потоком на предмет: мінімізації відривів потоку (в ідеалі потік повинен плавно обійти модель і відрив відбудеться лише в задній частині); аналізу зон завихрення в хвостовій частині (не допускати

сильних вихорів); аналіз обтікання передньої частини моделі (мінімізувати зони відриву та зони вихорів, потік плавне обтікання передню частину); проаналізувати зони тиску та розрядження в моделі, на предмет розміщення зон забору та відведення повітря; компроміс між опором, пластичним рішенням форми кузова та силами, що діють на МТЗ.

9. Вибір форми кузова МТЗ на основі оцінки отриманих результатів за всіма змінами моделі кузова МТЗ. Пластичність, функціонально-конструктивна обумовленість. Дані операції оцінкового рівня формоутворення кузова МТЗ (відповідність композиційним вимогам об'ємно-просторової структури і тектоніки) можуть чергуватись залежно від вихідних даних і кінцевих результатів.

10. Цілісно-структурована форма кузова МТЗ (композиційне формоутворення, коефіцієнт опору, сили, що діють на ТЗ). Візуалізація принципового рішення моделі кузова МТЗ на етапі дизайн-проектування. На етапі дизайн-проектування раціонально оцінити та визначити принципову форму / кузова в аспекті аеродинаміки для подальшого опрацювання інженерами-конструкторами.

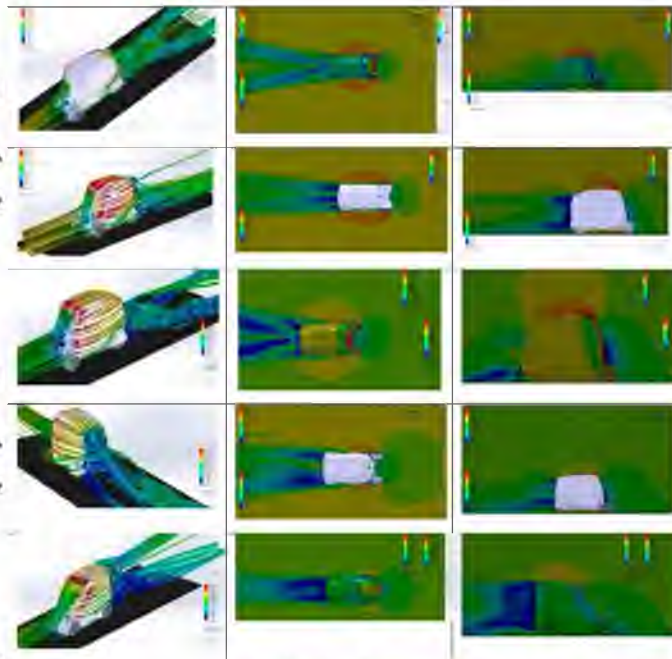


Рисунок 3.8 – Етапи аеродинамічної оцінки кузова

Аналіз навантаженої структури (рис. 3.9). Розглянемо ТЗ в аспекті силових елементів. Для аналізу є змодельована компоновальна схема МТЗ: 1) каркас (просторова трубчаста рама; 2) полімерні панелі (поверхні); 3) підвіска з важелями складної форми; 4) силовий агрегат та трансмісія; 5) АКБ; 6) місця для посадки водія та пасажирів; 7) вантажна платформа; 8) механізми управління, дроти та трубопроводи.

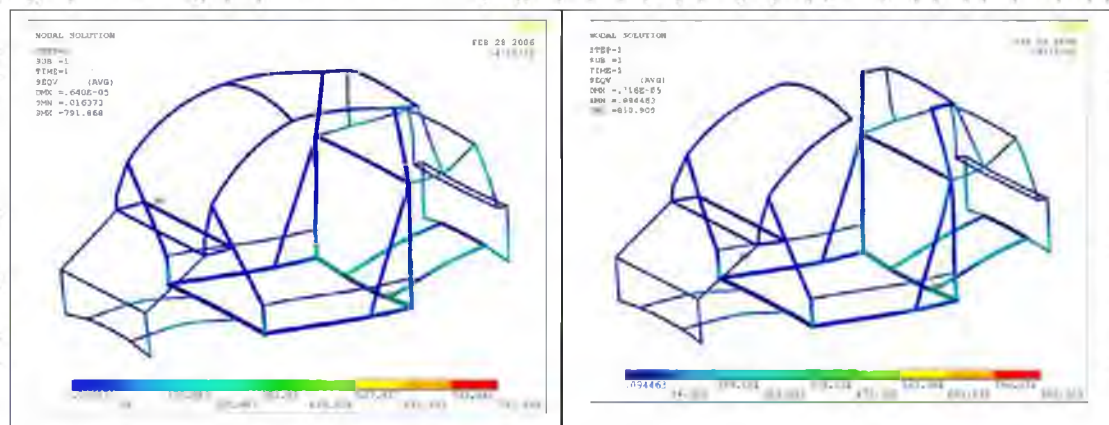


Рисунок 3.9 – Результати аналізу каркасної структури

Об'єктом чисельного аналізу міцності є каркас МТЗ. До просторової рами кріпляться: 1) полімерні панелі ескетер'єру та інгер'єру; 2) силовий агрегат з трансмісією: у разі, якщо МЗ має електричний привід. У разі використання ДВЗ в якості приводу, ДВЗ кріпиться до рами через сайлент-блоки, КПП в більшості випадків агрегатована з силовим агрегатом. МТЗ з ЕД не потребують КПП, тому самі ЕД виконують цю функцію. Точніший результат можна отримати, розподіливши навантаження по опорах пропорційно їх віддаленню від центру мас. 3) елементи підвіски: спосіб прикріплення елементів підвіски до рами. Важелі литі зі сплаву до каркаса кріпляться знизу через сайлент-блоки, пружина і амортизатор кріпляться через кронштейни до каркаса, часто це єдиний вузол, трапляються однак і випадки, коли амортизатор і пружина (ресора) кріпляться незалежно один від одного; 4) рульову колонку і педальний вузол для спрощення можна не включати, оскільки їх маси малі в порівнянні з масами силового агрегату і трансмісії. Крісла водія та пасажирів з водієм та пасажирами: замінити масами або навантаженням у точках кріплення.

При створенні розрахункової схеми необхідно врахувати навантаження від паливних баків, баків для води, АКБ, вантажу, що перевозиться. Не враховується полімерне облицювання, механізми керування, дроти та трубопроводи.

Для оцінного розрахунку необхідно: рама, кронштейни кріплення підвіски, кронштейни кріплення силового агрегату, трансмісії, паливних баків, АКБ, крісел та вантажної платформи. Кронштейни кріплення облицювання і трубопроводів не враховують, тому що в силовій роботі рами вони не беруть участь.

Існує два способи моделювання математичної моделі каркаса для оцінного розрахунку.

1. Заміна каркаса системою стрижнів та пластин, тобто одночасно побудова моделі під МСЕ. Каркас ТЗ розбивається на стрижні і вузли.

Стрижнями стають усі труби. Вузлами – точки перетину труб. У МСЕ прийнято спрощення: всі елементи з'єднуються через вузли. При розбивці каркаса на елементи кожному вузлу надають номер, далі будують у програмі вузли за координатами та характерними точками (місця вигинів). Далі з'єднують стрижнями побудовані вузли згідно з раніше розробленою схемою.

У багатьох програмах є можливість імпортувати побудовану схему з іншої програми. Задають переріз стрижнів та матеріал. Для пошукових розрахунків можливе спрощення геометрії рами для швидшого знаходження раціональної схеми (заміна слабозігнутих труб прямою або ламаною трубою).

2. Побудова твердотільної моделі з наступною передачею моделі на розрахунок. Модель будується з урахуванням товщин труб та листового металу. Особливо слід звернути увагу на стикування елементів між собою, між елементами в області стикування не повинно бути зазорів. Зазор означає, що елементи незалежні (складна стадія моделювання рами). Модель розбивається на кінцеві елементи (тетраedr, гексаedr). Модель вимагає аналізу на точність і узгодженість елементів, відповідність сформульованим вимогам, прописаних у розділі вище.

На перших етапах розрахунку зручніше користуватися саме лінійними МСЕ (стрижні), це простіший і швидший спосіб перекласти різні варіанти структури кузова МТЗ.

Переваги просторової МСЕ – це можливість точно визначити поведінку об'єкта з найбільш наближеними до реальності геометрією, елементами та масою.

Для спрощення та прискорення аналізу рекомендується спростити модель каркасу. Слід не враховувати елементи, що не впливають на оціночний розрахунок міцності: кронштейни кріплення пластикових елементів, кронштейни електрообладнання, виняток становлять кронштейни і місця кріплення масивних деталей, таких як: АКБ, ЕД, силова установка.

Двигун та трансмісію замінюють еквівалентною масою або навантаженням у місцях їх кріплення. Аналогічно замінюють – крісла та

пасажирів. При цьому слід враховувати розподіл навантаження за точками кріплення. Для спрощення підвіски можливі два варіанти рішення: 1) моделювання важеля здійснюється свідомо більш міцними, ніж елементи самої рами; пружини та амортизатори змінюються на стрижні із свідомо більш

міцними характеристиками; поворотні кулаки замінюються вузлом, у якому збігаються елементи підвіски (у вузлі прикладаються обмеження); 2) підвіска замінюється еквівалентними закріпленнями.

Силовий агрегат кріпиться до рами через спеціальні кронштейни. Для спрощення розрахункової схеми приймаємо, що розподіл маси двигуна рівномірний попри всі точки опори. Аналогічно приймаємо такий розподіл мас від трансмісії. Більш достовірно цей результат можна отримати, розподіливши навантаження по опорах пропорційно віддаленню їх від центру мас.

Для спрощення та прискорення розрахунків спроектованого МТЗ переробити в математичну модель адаптивну для розрахунків. Відбувається пошук компромісу між спрощенням та достовірністю моделі. Кузов МТЗ замінюється на стрижневу чи панельно-стрижневу структурну модель.

Винятком може стати розрахунок цілісного полімерного несучого кузова.

Залежно від структурної моделі кузов МТЗ може бути: несучий штампований каркас; несучий пластиковий кузов; композитний; комплексний: основа – сталевий каркас і зовнішні полімерні панелі (найпоширеніший).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено методологію дизайн-проектування нового сегменту транспорту з урахуванням існуючої виробничо-технологічної бази на цивільних та оборонних підприємствах.

2. На підставі ретроспективного дослідження існуючих зразків МТЗ розроблено типорозмірний ряд форм кузова індивідуальних та комерційних МТЗ п'яти історичних періодів; визначено сегмент МТЗ; розроблені типаж та класифікація МТЗ за соціальним, функціональним, формотворчим та структурним рішенням що дозволяє достовірно визначити пріоритети дизайну МТЗ відповідно до споживчих та експлуатаційних властивостей.

3. Розроблена класифікація ергономічних схем МТЗ за типом посадкових схем (мопедні, мотоциклетні, легкоавтомобільні та вантажоавтомобільні), за типом компонування органів управління та посадкового місця водія МТЗ що дозволяє дизайнеру, ергономісту та конструктору підвищити ефективність проектної діяльності.

4. Класифікація сучасних компоновочних схем 3- та 4-колісних МТЗ з різними видами ЕСУ та методика вибору компоновочних схем МТЗ дозволять дизайнеру вибирати науково обгрунтовану раціональну компоновочну схему вже на етапі дизайн-проектування МТЗ. За розробленими геометричними моделями проведено порівняльний аналіз посадкових схем МТЗ, в результаті якого визначено раціональну схему – 4-колісну 2-місну схему з поздовжнім розташуванням водія та пасажирів, що забезпечує малу колісну керуваність, стійкість та маневреність ТЗ.

5. Визначено основні три точки та параметри, що формують МПС МТЗ. Колісна база МТЗ є результируючим розміром, а не таким, що задається. Висота по сидлу – це також результат, що залежить від конструктивних елементів МТЗ, ходу підвісок між лінією підлоги та дорожнім просвітом. Розроблена методика антропометричного моделювання МПС водія та пасажирів МТЗ, що

полягає у поетапному моделюванні посадкових трикутників МТЗ та їх аналізі з існуючими аналогами для визначення антропометричних якостей МТЗ в цілому.

6. На підставі класифікації методів та методики макетування та прототипування кузова МТЗ необхідно на різних етапах дизайн-проектування

ТЗ раціонально синтезувати рукотворні та автоматизовані методи макетування для підвищення проектної ефективності та якості дизайну ТЗ. Рукотворні методи використовуються для пошукового формоутворення,

експериментальних та навчально-пізнавальних цілей. Автоматизовані методи

використовуються у синтезі з САД/САМ/САЕ програмами для оперативного високоякісного та без великих трудовитрат виготовлення макетів у достатній кількості.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдоньев, Е.Д. Конструирование форм современных машин, агрегатов и сооружений / Е.Д. Авдоньев. – Киев, Одесса: Лыбидь, 1990. – 153

с.: ил.

2. Авдьян, А. 3D-дизайн и гибридное параметрическое моделирование / А. Авдьян // САПР и графика. – 2003. – № 10. – С. 48.

3. Авто-каталоги 2001-2011 гг. – М.: Изд-во «КЖИ «За рулем», 2000-2011.

4. Автомобили мира 2004-2007 (ИД «Третий Рим»). – 2003-2006. – № 10-13.

5. Автомобили особо малого класса (квадрициклы) с гибридной энергосиловой установкой / В.А. Умняшкин, А.Н. Филькина, К.С. Ившин, Д.В.

Скуба; Под общ. ред. В.А. Умняшкина. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2004. – 138 с.

6. Автомобильные транспортные средства / Под ред. Д.П. Великанова. М.: Транспорт, 1977. – 326 с.

7. Жуков, С. Обзор. Микроавтомобили. Право на бесправие / С. Жуков // 5 колесо. – 2000. – № 12. 127. Завьялов, В.Б. Влияние ременной передачи на

крутильные колебания в цепной динамической модели / В.Б. Завьялов, Г.К. Кудиковский // Бесступенчато-регулируемые передачи. Межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: ЯПИ, 1984. – С. 49-53.

8. Захарченко, В.Д. Я строю автомобиль / В.Д. Захарченко, И.С. Туревский. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.: ил.

9. Зленко, М.А. «Who is who» в мире прототипирования / М.А. Зленко // Журнал автомобильных инженеров. – 2006. – № 5. – С. 16-22.

10. Злотин, Г.Н. Снова о коэффициенте неустановившегося режима работы двигателя / Г.Н. Злотин // Двигателестроение. – 1988. – № 12. – С. 55-

57.

11. Зыков, О. Промышленная автоматизация: движение от САПР PLM / О. Зыков // САПР и графика. – 2005.

12. Ившин, К.С. Автомобили «ИЖ» / К.С. Ившин, А.Р. Романов // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 14. – С.35-39.

13. Ившин, К.С. Анализ компоновочных схем для городского автомобиля особо малого класса / К.С. Ившин, А.В. Полозов, А.Р. Иммангулов // Инноваций в транспортном комплексе. Безопасность движения. Охрана окружающей среды: труды междунар. науч.-прак. конф. В 3 т. Т. I / ПИТУ. – Пермь, 2010.

14. Курасов, С.В. Отечественный транспортный дизайн 20-30-х годов: Социокультурные и художественно-образные особенности формообразования: автореферат дис. ... канд. искусствоведения: 17.00.06 / МГХПА им. С.Г. Строгонова. – М., 2000. – 25 с.: ил.

15. Кутенев, В.Ф. Проблема утилизации автомобилей в РФ, состояние и пути решения / В.Ф. Кутенев, А.С. Теренченко, Т.С. Лаптева // Журнал Ассоциации Автомобильных Инженеров. – 2006. – № 1. – С. 34-39.

16. Лазарев Е.Н. Дизайн: от формы вещи до духа человека / Е.Н. Лазарев // Дизайн для всех. Альманах. –1992. – № 1.

17. Лазарев, Е.Н. Дизайн машин / Е.Н. Лазарев. – Л.: Машиностроение, 1988. – 256 с.: ил.

18. Лазарев, Е.Н. Краткий словарь по технической эстетике / Е.Н. Лазарев. – М.: Знание, 1968. – 38 с.

19. Лахтин, Ю.М. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.: ил.

20. Легковой автомобиль с гибридной силовой установкой. Результаты экспериментов / А.С. Кондрашкин, Н.М. Филькин, В.Г. Мезрин, В.Ю. Сальников // Автомобильная промышленность. – 2001. – № 14. – С. 9-10.

21. Ленмит, Л. и др. Макетное проектирование. Основы сборки макетов. Пер. с англ. / Л. Ленмит и др. – М.: Мир, 1984. – 334 с. 263. Лепешкин, И.А.

Закономерности формообразования в дизайне транспортных средств:

Диссертация... канд. техн. наук: 17.00.06 / И.А. Лепешкин. – М.: МГУПИ, 2012.

– 222 с. 264. Липовицкий, Е. Чудотникл / Е. Липовицкий // Мотор. – 2004. – №

10.

22. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля / А.С.

Литвинов – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.

23. Литвинов, А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств /

А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

24. Литвинов, А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств /

А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

25. Maggiora. В высшей степени городской автомобиль // Клаксон.

Автомобильная газета. – 1998. – № 9. – С. 22-23.

26. Максимов, К. Peugeot и спорт / К. Максимов // Авторевю. – 2004. –

№ 18. – С. 4.

27. Максимов, К. M72, P75... / К. Максимов // Авторевю. – 2003. – № 2.

– С. 5.

28. Максимов, К. Matra: надежда на мотоцикляску / К. Максимов //

Авторевю. – 2002. – № 19. – С. 5.

29. Максимов, К. Маленький, но безопасный / К. Максимов // Авторевю.

– 2004. – № 20. – С. 4.

30. Мартынов, В.К. Аналог ременной передачи / В.К. Мартынов, Б.Я.

Выров // Бесступенчато-регулируемые передачи: Межвузовский сборник

научных трудов. – Ярославль: ЯПИ, 1984. – С. 44-49. 274. Матвеев, А. Создано

в России: промышленный дизайн / А. Матвеев, В. Самойлов. – Вильнус: UAB

Spaudos Konturai, 2004. – 288 с.

31. Матвейчук, В. «Зеленые карлики» / В. Матвейчук // Автомобили. –

2000. – № 2.

32. Петрушов, В.А. Мощностной баланс автомобиля. Под общ. ред. В.А.

Петрушова / В.А. Петрушов, В.В. Московкин, А.Н. Евграфов. – М.:

Машиностроение, 1984. – 160 с.

33. Петрушов, В.А. Сопротивление качению автомобилей и автопоездов / В.А. Петрушов, С.А. Щуклин, В.В. Московкин. – М.: Машиностроение, 1975. – 253 с.

34. Платонов, В.Ф. Полноприводные автомобили / В.Ф. Платонов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 312 с.

35. Подольский, В.П. Методика определения коэффициента экологической безопасности / В.П. Подольский // Автомобильные дороги. – 1995. – № 1/2. – С. 31-33.

36. Полунгян, А.А. Динамическая нагруженность трансмиссий колесных машин, методы расчета и снижения ее на стадии проектирования / А.А. Полунгян, А.Б. Осминых // Колесные машины высокой проходимости. – М.: МВТУ, 1986. – С. 61-75.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України