

ЛЕКЦІЯ № 1. ВСТУП ДО КУРСУ

План лекції. Процес автоматизованого проектування автомобіля. Формування вихідних даних. Розробка дизайн-проекта. Конструювання та розробка конструкторської документації. Випробування та серійне виробництво.

Література: [7], с. 180-255.

Ідеологія розробки автомобіля обумовлена простою логічною схемою «формування замовлення – аналіз досяжності замовлення – реалізація технічних рішень – перевірка технічних рішень – виготовлення виробу – реалізація виробу».

Згідно із цією ідеологією процес розробки автомобіля умовно можна розділити на функціональні етапи, опис яких наведений нижче.

1. Етап «Формування вихідних даних». Здійснюють маркетингові дослідження, спрямовані на вивчення запитів споживачів, оцінку економічної доцільності розробки нової моделі автомобіля.

2. Етап «Технічний опис продукту». Забезпечують переклад запитів споживачів та інших вимог на мову технічних вимог до автомобіля, матеріалів, технології, ремонту, технічного обслуговування, утилізації.

3. Етап «Розробка дизайн-проекту». Виробляють принципові проектні рішення відносно компонування автомобіля, компоновальних схем його вузлів, ведуть пошук стилю дизайну екстер'єру та інтер'єру.

4. Етап «Формування детально-вузлового складу конструкції». Визначають перелік компонентів конструкції, встановлюють чіткі взаємопов'язані цілі проектно-конструкторських робіт для кожного з учасників процесу розробки на підставі вимог технічного завдання й загального компонування автомобіля.

5. Етап «Розробка конструкторської документації». Розробляють об'ємну віртуальну модель автомобіля та відповідний комплект конструкторської документації, які необхідні для відтворення віртуальних прототипів, а також виготовлення реальних прототипів, застосовуючи технології швидкого прототипування. Під об'ємною віртуальною моделлю об'єкта (об'єкт - це як автомобіль у зборі, так і вузли й деталі що входять у нього) мається на увазі його просторове графічне

зображення, розроблене за допомогою комп'ютерних програм для теоретичної перевірки проектних рішень.

6. Етап «Випробування конструкції». Проводять розрахункову оптимізацію по об'ємній віртуальній моделі автомобіля, випробовують виготовлені зразки з метою приведення конструкції автомобіля і його елементів до відповідності вимогам технічного завдання.

7. Етап «Затвердження конструкції». Документують за результатами приймальних випробувань повну відповідність автомобіля вимогам технічного завдання, даючи цим старт серійному виробництву готової продукції.

8. Етап «Серійне виробництво». Роблять готову продукцію; організують контрольні випробування першої партії автомобілів і комплектуючих виробів на відповідність технічним умовам і законодавчим вимогам; проводять передпродажну підготовку, технічне обслуговування й ремонт автомобілів у гарантійний та післягарантійний період експлуатації.

9. Етап «Припинення виробництва». Ухвалюють рішення щодо припинення виробництва автомобілів або переносу виробництва на інше підприємство; вказують строки й обсяги виробництва запасних частин; проводять заходи, пов'язані з утилізацією автомобілів.

На кожному етапі враховують вхідні дані, після проведення необхідного комплексу робіт формують вихідну інформацію, яка є вхідною інформацією для наступного етапу, і так до останнього етапу.

У свою чергу, усі етапи розробки автомобіля можна згрупувати по чотирьом основним фазам, що загалом описують увесь життєвий цикл автомобіля: *концептування, проектування, конструювання, реалізація* (рис. 1.1).

Концептування – пошук образу й технічного опису автомобіля, що задовольняють потреби потенційного споживача; добір автомобілів-аналогів; складання технічних вимог. Включає етапи «Формування вихідних даних» і «Технічний опис продукту».

Проектування – створення ескізного компоновання (схеми місткості й схеми шасі); пророблення дизайну екстер'єру й інтер'єру; створення робочих макетів вузлів і демонстраційного макета автомобіля; виконання розрахункових робіт; розробка загального компоновання; складання технічного завдання, що групує технічні вимоги до автомобіля й технічні пропозиції по конструкції та складу. Включає етапи «Розробка дизайн-проекту» і «Формування детально-вузлового

складу конструкції».



Рисунок 1.1 - Схема процесу розробки легкового автомобіля

Конструювання – розробка повного комплексу конструкторської документації та об'ємної віртуальної моделі автомобіля; виготовлення й випробування прототипів вузлів і повнокомплектного автомобіля; заходи щодо коректування конструкції в ході випробувань; робота з технологічними службами по підготовці виробництва. Містить етапи «Розробка конструкторської документації», «Випробування конструкції» і «Затвердження конструкції».

Реалізація – виробництво автомобілів на конвеєрі; просування готової продукції на автомобільному ринку; передпродажне й гарантійне обслуговування; зняття автомобіля з виробництва; утилізація автомобілів що відпрацювали термін експлуатації. Включає етапи «Серійне виробництво» і «Припинення виробництва».

Наведена на рис. 1.1 схема поділу процесу розробки легкового автомобіля на етапи носить досить загальний і умовний характер. Послідовність дій усередині цієї загальної схеми залежить багато в чому від системи організації праці на підприємстві, системи керування підприємством, установлених схем взаємодії між проектними й технологічними підрозділами, схем взаємодії з постачальниками комплектуючих виробів та ін.

Перераховані вище фактори в чималому ступені визначають строки постановки на виробництво готової продукції, її якість і конкурентоспроможність.

Розглянемо більш детально перераховані вище функціональні етапи процесу розробки нового автомобіля.

Етап «Формування вихідних даних».

Перед тим як ухвалити рішення щодо створення нового автомобіля, необхідно провести кропітку роботу з пошуку образу автомобіля, по підготовці техніко-економічних матеріалів, що підтверджують необхідність розробки нового автомобіля, який відповідатиме запитам споживачів.

У цій частині підготовчих робіт маркетингові й економічні дослідження превалюють над технічними. Економісти й маркетологи насамперед повинні з'ясувати, які ніші ринку треба заповнити, визначити обсяг попиту й конкурентну кон'юнктуру, купівельну спроможність майбутнього споживача, розташовувані ресурси в області необхідних стандартних і спеціальних матеріалів, розміри капіталовкладень, необхідних для організації нових видів виробництва або розширення старих, очікуваний прибуток і т.п.

Після таких розрахунків інженери можуть вивести приблизні технічні показники, які будуть основою майбутнього рішення про виробництво нової моделі автомобіля.

В умовах ринкової економіки будь-яке підприємство самостійно визначає свою маркетингову політику. В основному від цієї політики залежить позиціонування підприємства на тому або іншому ринку. Інакше кажучи, автомобільний завод визначає для себе коло ринків збуту, де він здатний (у силу своїх можливостей) здійснювати реалізацію своєї продукції й виживати в умовах конкурентної боротьби. Як показує практика, у сучасному світі конкуренція в автомобілебудуванні дуже жорстка, монополістів у цій області практично немає.

Сучасний споживач при покупці автомобіля орієнтується не тільки на доступну ціну, але й на якість, дизайн, безпеку, комфортабельність, практичність, надійність, простоту обслуговування й багато інших характеристик. Завдання будь-якого підприємства – створення автомобіля, який максимально враховує всілякі критерії, що задовольняють функціональним і естетичним потребам покупця.

Запорукою успішної реалізації проекту по виробництву й впро-

вадженню на ринок нової моделі автомобіля можуть стати грамотні маркетингові дослідження, результатом яких в остаточному підсумку буде отриманий прибуток від продажу вироблених автомобілів.

Маркетинг – це сукупність стратегічних, фінансових, організаційно-технічних і комерційних функцій по керуванню підприємством, вивченню ринку, розробці й виробництву продукції з урахуванням ринкового попиту, просуванню товарів споживачеві.



Рисунок 1.2 - Схема етапу «Формування вихідних даних»

Основною вхідною інформацією маркетингових досліджень є інформаційно-аналітичні дані про передбачувані ринки збуту, про автомобілі-аналоги і тенденції їхнього розвитку, а також дані про технологічні можливості підприємства й оцінки економічної доцільності запуску виробництва нової моделі автомобіля (рис. 1.2).

Допустимо, для реалізації сімейства легкових автомобілів заплановані такі ринки збуту, у яких основним середовищем експлуатації будуть не тільки дороги з якісним асфальтовим покриттям, але й сільська труднопрохідна місцевість. Тоді виробник може включити в сімейство автомобілів повноприводний варіант автомобіля 4x4 на базі, наприклад, передньопривідного варіанта 4x2. Фактично прийдеться вирішувати завдання по уніфікації цих двох варіантів при розробці конструкції автомобіля. На рис. 1.3 показаний приклад подібної уніфікації, коли установкою додаткових вузлів трансмісії (карданна передача, передній і задній редуктори) отриманий повноприводний варіант автомобіля з передньопривідного варіанта.

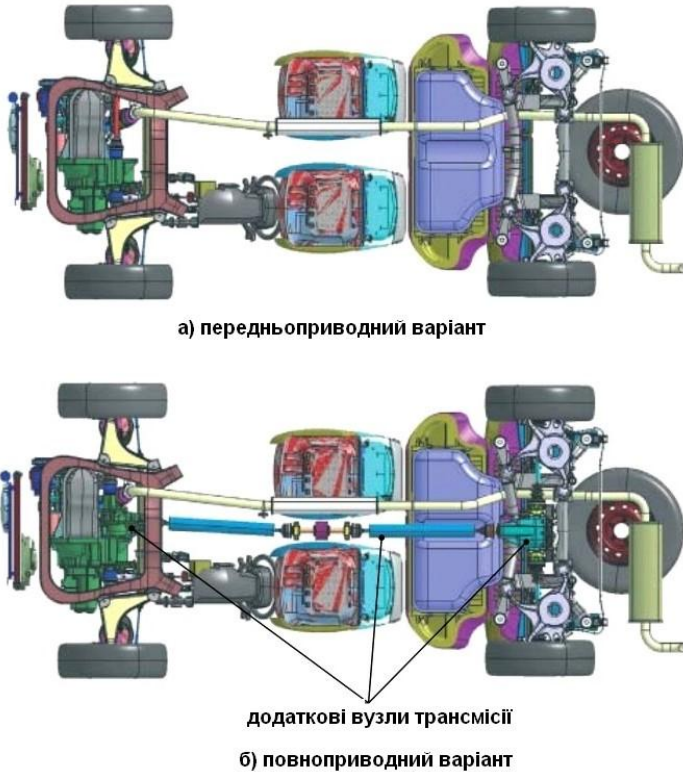


Рисунок 1.3 - Приклад уніфікації переднеприводного й повнопривідного варіантів легкового автомобіля

Етап «Технічний опис продукту».

В основі технічного опису продукту лежить визначення шляхів досягнення цільових показників, установлених маркетинговим замовленням. Ціль технічного опису – перевести загальні вимоги замовника (маркетингової служби) у формалізовані технічні вимоги до автомобіля, до системи виробництва, системи збуту, обслуговування й ремонту, системи утилізації (рис. 1.4).

Технічні вимоги до автомобіля встановлюють конструктивні параметри й показники експлуатаційних властивостей, що характеризують у сукупності технічні особливості як автомобіля в цілому, так його вузлів і систем.



Рисунок 1.4 - Схема етапу «Технічний опис продукту»

Технічні вимоги до системи виробництва встановлюють показники, які стосуються заходів щодо підготовки виробництва нового автомобіля, розробки технологічного устаткування, організації й охорони праці, забезпеченню екологічної безпеки виробництва.

Технічні вимоги до системи збуту, обслуговування й ремонту автомобілів встановлюють показники, що стосуються правил реалізації готової продукції, модернізації системи передпродажного й гарантійного обслуговування, розвитку мереж станцій технічного обслуговування (СТО).

Технічні вимоги до системи утилізації автомобілів стосуються показників розвитку мереж пунктів приймання непридатних до експлуатації автомобілів, нормативів розбирання автомобілів, якості сортування матеріалів для вторинної переробки, екологічної безпеки утилізації матеріалів із вмістом шкідливих речовин.

Етап «Розробка дизайн-проекту».

На етапі «Розробка дизайн-проекту» (рис. 1.5) послідовно роблять наступне:

- виконують ескізне компонування автомобіля, створюючи схему місткості й схему шасі, причому обидві схеми необхідно розробляти одночасно, щоб забезпечити погодженість усіх геометричних параметрів автомобіля;

- паралельно роблять ескізні компоновання знову розроблювальних вузлів для нового автомобіля;
- ґрунтуючись на результатах ескізного компоновання автомобіля, оформляють стильове рішення образу екстер'єру та інтер'єру;
- затверджують стиль дизайну на основі ескізних замальовок або віртуальних моделей;
- створюють реальний макет зовнішньої форми автомобіля й посадковий макет внутрішнього простору в натуральну величину для оцінки ергономіки й загального сприйняття дизайну;
- виготовляють робочі макети окремих вузлів, технічні показники яких оцінюють на так званих ходових макетах автомобіля;
- виготовляють демонстраційний макет, що сполучає елементи екстер'єру, інтер'єру й робочі макети вузлів як для реальної візуальної оцінки результатів дизайн-проекту, так і для перевірки спільної працездатності оригінальних і діючих вузлів.



Рисунок 1.5 - Схема етапу «Розробка дизайн-проекту»

Ескізне компоновання – це первинне графічне пророблення конструкції автомобіля з дотриманням масштабних геометричних пропорцій. По її результатах видають перші графічно оформлені документи, які служать вихідною інформацією для наступних проектних робіт.

У роботі над компонованням автомобіля конструктор враховує безліч обмежуючих факторів, у результаті чого створюється ряд компоновальних схем з різними комбінаціями положень вузлів і систем автомобіля вкупі з різними варіантами посадки водія й пасажирів.

По суті, у процесі ескізного компоновання необхідно встановити, яка з можливих компоновальних схем є найбільш підходящою, яка забезпечить при позначених межах габаритних розмірів автомобіля досягнення заданих рівнів споживчих властивостей.

Для повноцінної роботи над компонованням конструктор повинен з достатнім ступенем точності змодельовати геометричну конфігурацію необхідних вузлів і деталей, чітко позначаючи місця їх взаємного з'єднання.

Якщо необхідні вузли й деталі є вже діючими виробами, або раніше спроектованими, то робота з ескізного компоновання автомобіля значно полегшується. Якщо ж цих компонентів немає ні в тому, ні в іншому виді (передбачається оригінальна розробка), то потрібно проводити паралельне ескізне компоновання по складанню їх власних компоновальних схем, базуючись на наявних аналогах.

У наш час, завдяки широкому розвитку комп'ютерних технологій, процес розробки автомобіля вже не обходиться без використання сучасних САПР (систем автоматизованого проектування).

Сучасні виробники автомобілів і автокомпонентів, за допомогою САПР вже охоплюють весь комплекс проектно-конструкторських робіт а також процеси підготовки виробництва.

Велика кількість програмних продуктів з елементами САПР використовуваних у сучасному автомобілебудуванні, тісно пов'язані з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності, заснованих на об'ємній графіці (3D), яка в свою чергу має значні переваги перед плоскою графікою (2D):

- сприйняття інформації у тривимірному зображенні більш точне (особливо це важливо при візуальному контролі компоновання автомобіля, зокрема для виключення неприпустимого геометричного контакту різних вузлів і деталей);

- проектувати вироби зі складними формами (зовнішні панелі кузова, панель приладів рис. 1.6, оббивку інтер'єру тощо) вдається робити набагато швидше, легше та якісніше, а в кінцевому рахунку – значно дешевше.

Раніше домогтися такого рівня було майже неможливо, і все через недоліки сприйняття плоскої інформації. Всі такі трансформаційні процеси у сучасному проектуванні та наступному виробництві, можна помігати по тенденціях розвитку дизайну сучасних автомобілів.

Варто сказати й про спеціальні додатки САПР, які дозволяють:

- відтворювати кінематичне переміщення віртуального механізму для оцінки його працездатності, аналізу траєкторії руху входних деталей у процесі роботи механізму;
- проводити комплексний аналіз міцності виробів у статичній, динамічній й вирішувати інші інженерно-прикладні завдання, ґрунтуючись лише на віртуальній моделі без фізичного виготовлення зразків;
- вирішувати завдання, пов'язані із проектуванням технологічного оснащення, виготовленням макетів на основі віртуальної моделі виробу та ін.

Однак говорити про повну відмову від двомірного зображення не доводиться. Наприклад, це стосується створення креслень із використанням плоских видів і перетинів. 3D графічні програмні продукти містять креслярські додатки, що дозволяють проектувати тривимірне зображення на площину, для документального оформлення виробу (рис. 1.7).

Раніше, до впровадження комп'ютерних технологій, компоновання розроблялися вручну на паперових носіях. Для зручності робіт використовувалася прозора калька. Різні вузли й деталі вручну наносили на окремі кальки, які взаємно розташовували в потрібному положенні й копіювали на кальку основного компоновання. При цьому будь-які зміни, які неминуче супроводжували компоновальний процес, вимагали значного часу на виправлення через застосування ручної праці.

Зараз же, завдяки САПР, досить змінити в програмі необхідний параметр, і вона сама в лічені секунди перебудовує будь-які схеми, що дає можливість розглянути велику кількість варіантів одночасно й вибрати з них найбільш оптимальний.

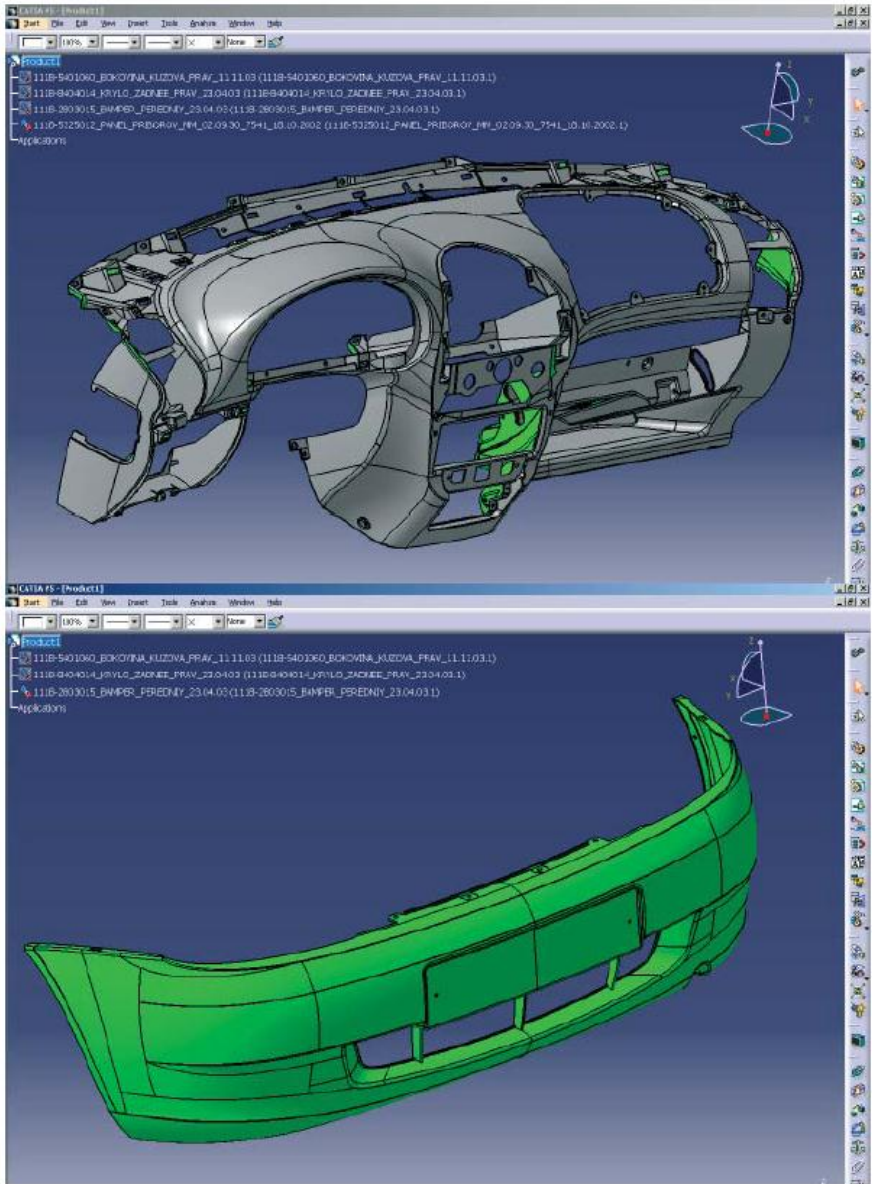


Рисунок 1.6 - Об'ємні віртуальні моделі панелі приладів і бампера автомобіля, розроблені за допомогою 3D-програмного продукту

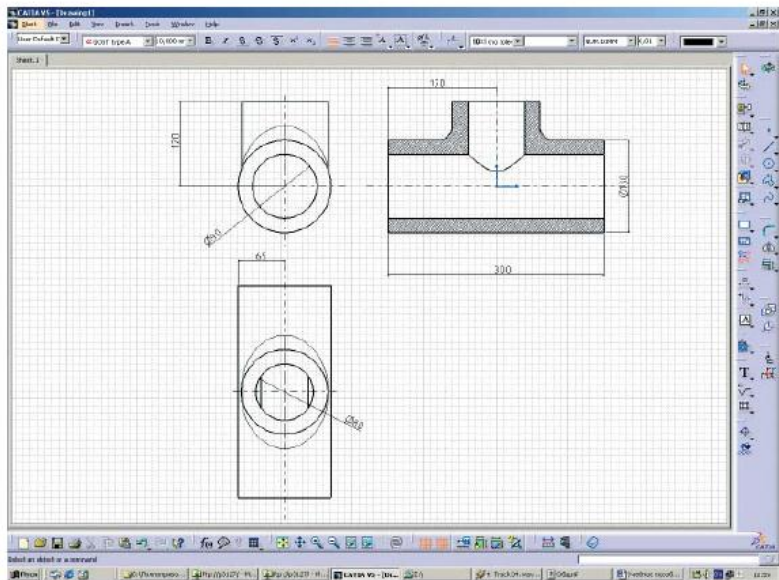


Рисунок 1.7 - Проектування об'ємної віртуальної моделі на площину креслення

Результатами ескізного компоунування є:

- схема місткості – це компоунування, яке визначає основні геометричні параметри автомобіля; розміщення в салоні людей різної репрезентативності; основні вимоги до оглядовості, досяжності; розташування передніх і задніх сидінь; положення кермового колеса та інших органів керування; розміщення паливного бака й запасного колеса; габарити моторного й багажного відділень;
- схема шасі – це компоунування, яке містить інформацію про розташування двигуна і його систем; трансмісію й привод на ведучі колеса; передню й задню підвіски, кермовий механізм та їхні кінематичні точки; робочий простір коліс.

Для загальної уяви про ескізне компоунування автомобіля на рис. 1.8 показані її результати у вигляді об'ємної віртуальної моделі. На рис. 1.9 і 1.10 зображені схеми місткості й шасі, оформлені на основі цієї моделі.

Усі розміри на схемах місткості й шасі проставляються щодо тривимірної системи координат при встановленому конструктивному навантаженню, за винятком розмірів, які вимірюються щодо спорядженої маси або повної маси.

Тривимірна система координат автомобіля представлена наступними трьома базовими площинами (якщо не зазначено інше):

- вертикальною поперечною площиною «Х», що проходить через вісь передніх коліс автомобіля;
- вертикальною поздовжньою площиною «Y» симетрії, що проходить через вісь, автомобіля;
- горизонтальною площиною «Z», що проходить через вісь передніх коліс автомобіля.

Негативні координати відлічуються від площини «Х» уперед по ходу руху, уліво від площини «Y» і вниз від площини «Z» (рис. 1.9 і 1.10). При конструктивній масі автомобіля рівень землі щодо системи координат зображується паралельно площини «Z».

Конструктивна маса автомобіля встановлюється розроблювачем. Як правило, це якесь проміжне значення маси між спорядженою й повною. Її вибирають виходячи із часткового завантаження автомобіля (найбільш частої в експлуатації), наприклад для п'ятимісного автомобіля може враховуватися маса водія, переднього й одного заднього пасажирів.

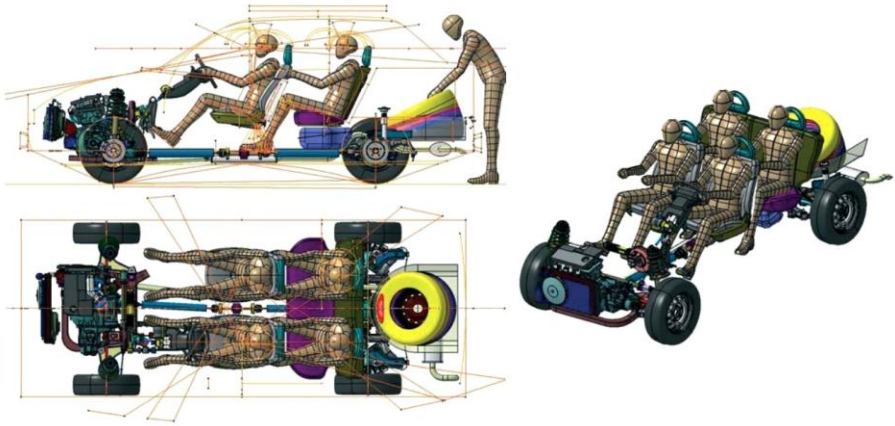


Рисунок 1.8 - Результати ескізного компонування, представлені у вигляді об'ємної віртуальної моделі

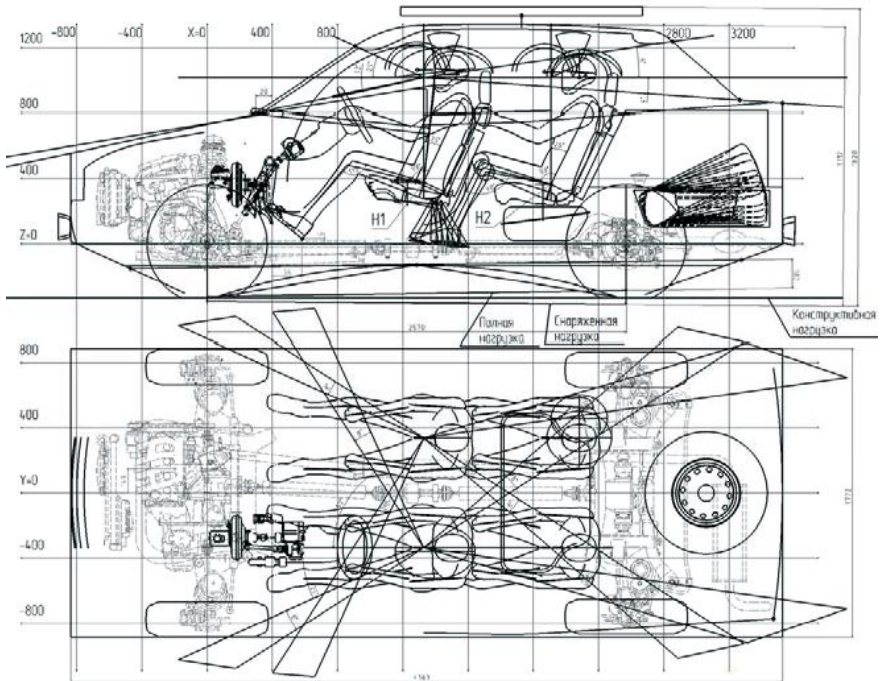


Рисунок 1.9 - Схема місткості автомобіля

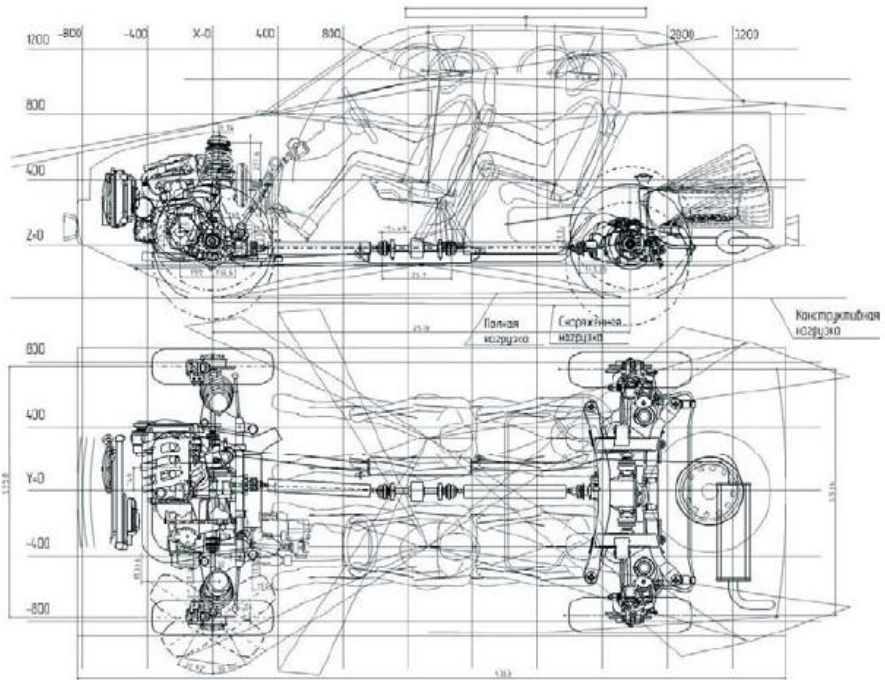


Рисунок 1.10 - Схема шасі автомобіля

Ескізне компонування автомобіля починають створювати з визначення положення людей для встановлення відповідних габаритів салону. Для цього служать моделі людини (манекени), що створюються по статистичних вимірах населення (рис. 1.11).

Результати вимірів населення ділять на перцентілі – рівні репрезентативності. До уваги звичайно приймають три стандартні групи зросту: малий – люди 5-го перцентіля (рівня репрезентативності), існує тільки 5% людей, зріст яких нижче цього значення; середній – люди 50-го перцентіля; великий – люди 95-го перцентіля, існує тільки 5% людей, зріст яких вище цього значення.

Модель манекена 95-го перцентіля повинна братися за основу для визначення пози водія при відсунутому назад до межі сидіння, а модель манекена 5-го перцентіля, відповідно, при висунутому максимально вперед положенні сидіння. У такий спосіб досягається мінімальна зона регулювання положення сидіння. Для визначення положен-

ня заднього сидіння за основу ухвалюють звичайно групи зросту 50-го або 95-го перцентіля.

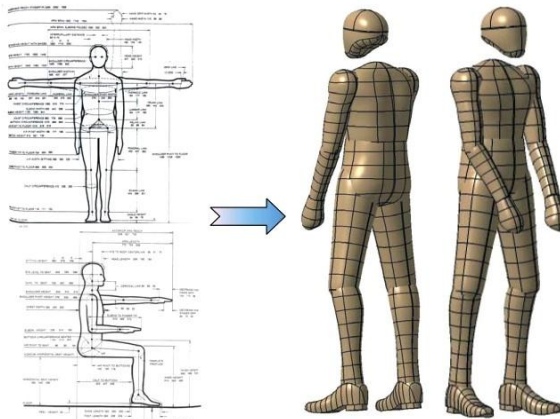


Рисунок 1.11 - Об'ємна віртуальна модель людини, створена по статистичних вимірах населення

Залежно від обраної посадки манекенів, що задовольняють ергономічним вимогам, вибудовуються різні зони оглядовості й досяжності водія й пасажирів, визначаються положення основних органів керування, наноситься обмежувальний контур автомобіля, задаються границі моторного й багажного відділень. Після чого в зазначених межах розміщуються двигун, системи й вузли шасі.

Затверджене ескізне компоновання автомобіля передається у відділ художнього моделювання для розробки дизайну-проекту. На компоновання накладають різні варіанти виконання дизайну екстер'єру й інтер'єру, використовуючи елементи реалізму 3D-графіки за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм, як це показано на рис. 1.12. Із представлених варіантів затверджується найбільш підходящий і задовольняючий вимогам до дизайну й умовам, описаним у технічних вимогах.

Після затвердження стилю дизайну автомобіля приступають до розробки макета зовнішніх форм у масштабі 1:1 зі спеціального пластиліну. Цей макет використовується для перевірки загального враження від автомобіля, уточнення зовнішніх форм за результатами продувки в аеродинамічній трубі, обмірювання (сканування) зовнішніх поверхонь кузова.

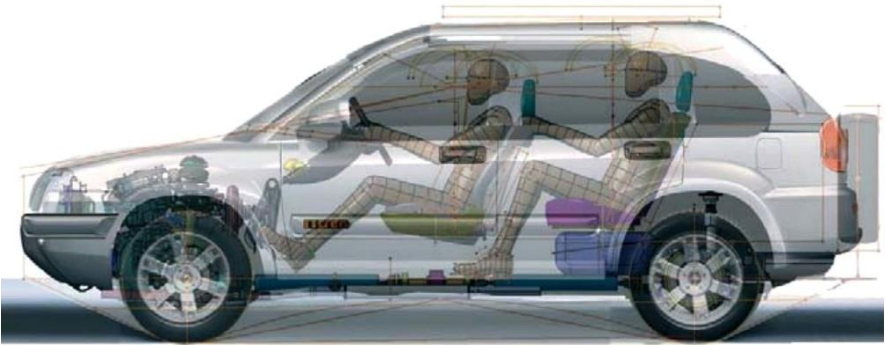


Рисунок 1.12 - Пошук форм дизайну екстер'єру автомобіля по ескізнюму компоунуванню

Зовнішня поверхня сканується за допомогою контрольно-вимірювальної машини у вигляді «хмари точок» (рис. 1.13) для відтворення віртуальної моделі в 3D-програмі, для роботи надалі над загальним компоунуванням і створенням віртуальних моделей кузовних деталей.

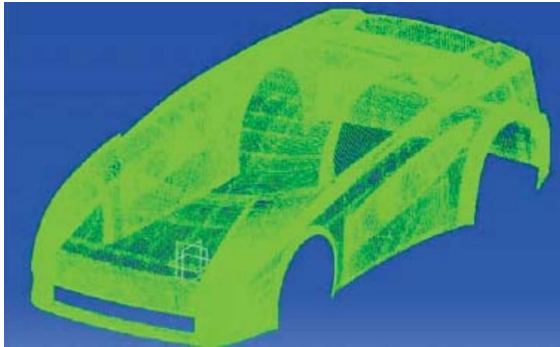


Рисунок 1.13 - Результат сканування макета в 3D-програмі

Варто відзначити, що сучасні технології дизайн-проектування можуть обходитися й без створення пластилінового макета, дозволяючи прямо розробляти поверхню в 3D-програмі, віртуальна модель якої також може аналізуватися й за аеродинамічними показниками із застосуванням відповідних програмних продуктів.

Одночасно з макетом зовнішніх форм розробляється модель інтер'єру (посадковий макет) у масштабі 1:1 на основі дерев'яного або

металевого каркаса салону, з установкою рульового керування, педалей, панелі приладів, важелів керування, сидінь, оббивок і т.п.

Для відтворення елементів структури салону використовують спеціальний пластилін, дерево, гіпс, тканини, поролон, частину існуючих вузлів, деталей та інші різні підручні матеріали. Усе це виконується відповідно до ескізного компоунування.

Посадковий макет призначений для остаточної оцінки пози водія, пасажирів і розміщення елементів інтер'єру. Для цього найкраще залучити групу експертів і провести серед них анкетування (опитування). Анкетування бажано проводити серед експертів різного рівня репрезентативності.

Аналогічним чином, як і у випадку з екстер'єром, з поверхонь елементів інтер'єру також знімають виміри «хмари точок» для розробки їх об'ємних віртуальних моделей.

Для перевірки технічних показників робочих макетів оригінальних вузлів їх установлюють і випробовують на ходових макетах. Базаю для розробки ходових макетів можуть бути моделі автомобілів-аналогів, які найбільш близько підходять по геометричним параметрам і конструкції розроблюваному автомобілю.

На завершення дизайн-проекту створюють демонстраційний макет, на якому сполучають елементи екстер'єру та інтер'єру, а також макети оригінальних вузлів і агрегатів.

Демонстраційний макет також може бути виконаний на базі автомобіля-аналога. Для цього каркас кузова даного автомобіля приводять у відповідність із геометричними розмірами нового автомобіля. Потім на дороблений кузов поряд із запозиченими серійними деталями встановлюють робочі макети нових вузлів і агрегатів, накладають різні деталі екстер'єру та інтер'єру.

Для складання демонстраційного макета робочі макети вузлів, зовнішні панелі кузова, двері, фари, задні ліхтарі, панель приладів, оббивки, сидіння й т.п., тобто все те, що є знову розроблювальним і визначальним для дизайн-проекту нового автомобіля, виготовляють за допомогою так званої «обхідної технології», з використанням можливостей «швидкого прототипування».

Прототипування – це одержання виробів при відсутності основної технології їх виготовлення. Подібні вироби можуть створюватися в такий спосіб:

- доробкою існуючих підібраних по технічних характеристи-

- ках виробів;
- виготовлятися з використанням наявних універсальних пристосувань;
 - виготовлятися на технологічному устаткуванні з ЧПУ (числовими програмними управлінням).

Створений демонстраційний ходовий макет дає повну уяву про вигляд майбутнього автомобіля, дозволяє «відчувати» автомобіль «зсередини», а також провести ряд попередніх дорожніх випробувань визначення зручності користування автомобілем (вхід-вихід, обслуговування, користування багажним відділенням тощо).

Етап «Формування детально-вузлового складу конструкції».

Отримані на попередньому етапі принципові технічні рішення по компонованню й дизайну автомобіля лягають в основу пропозицій по наповненню конструкції автомобіля деталями, вузлами та їхньому конструктивному виконанню (рис. 1.14). Вказані пропозиції включають у документ «Технічне завдання», який складається з раніше сформованого документа «Технічні вимоги до автомобіля» і розділу «Технічні пропозиції по конструкції автомобіля».



Рисунок 1.14 - Схема етапу «Формування детально-вузлового складу конструкції»

Технічне завдання – це основний інженерний документ, який повинен містити всі вихідні дані для конструкторських підрозділів та постачальників комплектуючих виробів. Затверджене технічне завдання має на увазі, що всі параметри в ньому взаємозалежні й підтверджена їхня технічна досяжність.

Технічні пропозиції по конструкції автомобіля – це складова частина технічного завдання, необхідна для проведення загального компоунування автомобіля, наступної розробки конструкції вузлів і деталей, функціонально-вартісного аналізу та інших техніко-економічних розрахунків. Нижче наведений зміст даних технічних пропозицій.

Етап «Розробка конструкторської документації».

На даному етапі (рис. 1.15) конструкторськими підрозділами розробляється повна й докладна об'ємна віртуальна модель автомобіля, а також відповідний комплект конструкторських документів.



Рисунок 1.15 - Схема етапу «Розробка конструкторської документації»

Об'ємна віртуальна модель автомобіля повинна включати об'ємні віртуальні моделі всього переліку використовуваних деталей і вузлів, при цьому, на відміну від попередніх компоувальних моделей,

вони повинні містити докладну геометрію конструкції з точним проробленням геометричних поверхонь, що враховують особливості технології виготовлення (рис. 1.16).

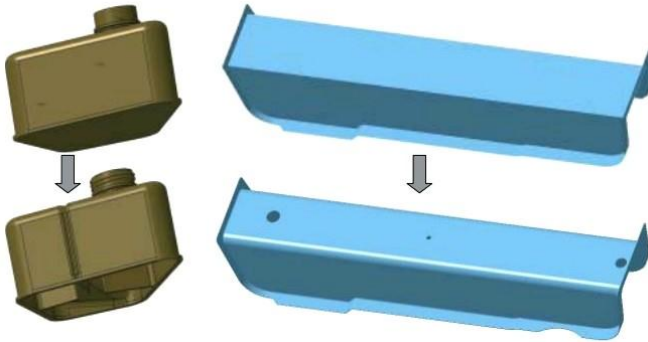


Рисунок 1.16 - Пророблення точної геометрії об'ємних віртуальних моделей деталей автомобіля

Розробка конструкції елементів автомобіля виконується строго у відповідності до виданих компонувальних паспортів і технічних завдань. Якщо постає питання про необхідність зміни параметрів і складу конструкції або геометрії вузлів і деталей (збільшення габаритних розмірів або зміна відносного положення, або введення додаткових елементів і т.п.), то проводяться заходи щодо контрольного компонування з метою перевірки й коректування займаного простору щодо навколишніх елементів в автомобілі. Після чого виносяться рішення про прийнятність (неприйнятність) пропонованих змін, вносяться відповідні виправлення в компонувальні паспорти й при необхідності в технічне завдання.

Для досягнення необхідних показників надійності, довговічності, якості, а також скорочення маси й собівартості виробу в цілому конструктор при створенні об'ємних віртуальних моделей елементів автомобіля повинен:

- виконувати всілякі розрахункові аналізи із застосуванням відповідних програмних додатків (на міцність, утому, твердість, зношування й т.п., рис. 1.17) для оптимізації конструкції й геометрії елементів;
- прагнути використовувати технічні рішення, що не ускладнюють технологію й трудомісткість виготовлення (складан-

- ня) у рамках наявного технологічного устаткування;
- уміти застосовувати сучасні досягнення науки й техніки для вирішення поставлених технічних завдань.

Паралельно зі створенням об'ємної віртуальної моделі автомобіля розробляється комплект конструкторських документів відповідно до норм ЄСКД (Єдиної Системи Конструкторської Документації).

Під комплектом конструкторської документації автомобіля мається на увазі чотири види документів:

- повний перелік креслень;
- комплект відповідних специфікацій;
- технічні вимоги до комплектуючих виробів;
- ремонтно-експлуатаційні документи.

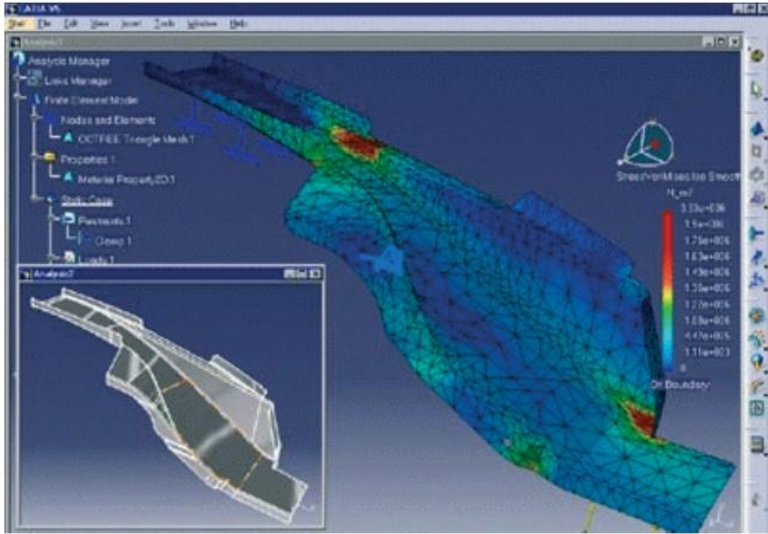
1. Креслення виконуються методом генерування проєкційних видів і перетинів з об'ємних віртуальних моделей складових частин автомобіля. При цьому розрізняють три основні типи креслень: креслення на деталь, складальне креслення, монтажне креслення.

Креслення на деталь повинне містити повну інформацію про геометрію деталі й технологічні особливості її виготовлення, для того щоб технолог по ньому міг скласти технологічний маршрут операцій, а робітник виготовити готову деталь.

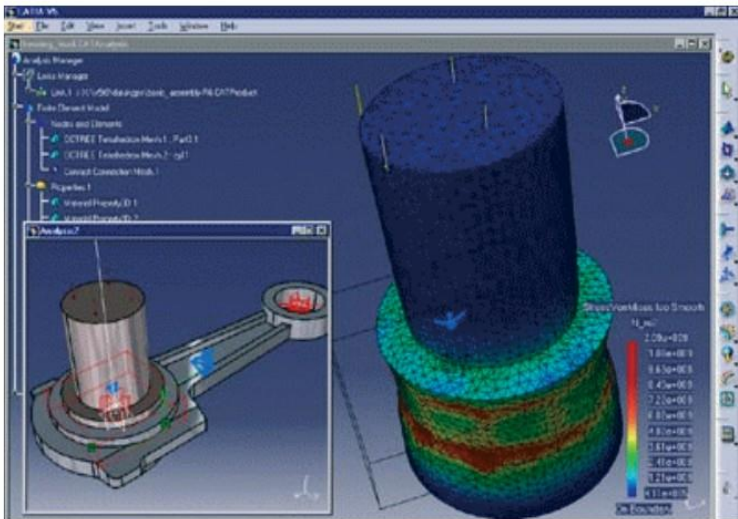
Інформація про геометрію деталі вважається повною, якщо на полі креслення наведена достатня кількість видів і перетинів, а також проставлені всі необхідні розміри, що дозволяють відтворити деталь із заданою точністю.

Технологічною інформацією, крім грамотно проставлених розмірних ланцюгів, є:

- допуски на розміри й геометричні взаємоположення (співвісність, паралельність, перпендикулярність і т.п.);
- розмірні й технологічні бази;
- значення припустимих штампувальних і ливарних кутів, облоя, виступів та ін.;
- маркування матеріалу деталі;
- значення шорсткості поверхонь із вказівкою на способи її досягнення (шліфування, полірування й т.п.);
- значення твердості із вказівкою на способи досягнення (цементация, загартування й т.п.);
- інші необхідні технологічні дані, що приводяться в технічних вимогах на полі креслення.



а)



б)

- а – визначення небезпечних напружених ділянок лонжерона;
 б – визначення небезпечних напружених і найбільш зношуваних ділянок шатунної шийки

Рисунок 1.17 - Розрахунковий аналіз методом кінцевих елементів

Складальне креслення виконується на вузли й складальні модулі з метою наочної уяви технології складання та її послідовності. Складальне креслення може виконуватися вже у випадку, коли як мінімум дві окремі деталі з'єднуються між собою за допомогою хоча б однієї технологічної складальної операції.

На полі креслення відображаються необхідна кількість видів і перетинів, номери позицій вхідних елементів, габаритні й складальні розміри, усілякі допуски й посадки на взаємне розташування вхідних елементів, різна технологічна інформація про процес складання. Наприкінці номера позначення складального виробу на кресленні проставляється буквене вираження «СБ».

Монтажне креслення містить вказівки по установці вузлів і систем автомобіля безпосередньо на його кузові або на каркасних елементах великих складальних модулів. Виконується аналогічно складальним кресленням. Але на відміну від складальних, на монтажних кресленнях графічна інформація повинна представлятися щодо системи координат автомобіля, а настановні розміри базуватися щодо відповідних координатних площин. Наприкінці номера позначення монтажного креслення проставляється буквене вираження «МК».

2. Специфікація повинна виконуватися на кожне монтажне й складальне креслення. У ній приводиться кількісний склад вхідних елементів. Під елементами тут маються на увазі складальні одиниці (дрібні підборки із двох і більше деталей, функціональні вузли, складальні модулі), деталі, стандартні вироби (болти, гайки, шайби й т.п.).

Крім того, у специфікації вказуються номери позицій елементів відповідно до проставлених позицій на монтажному або складальному кресленнях, формати креслень, цифрові позначення й найменування вхідних елементів.

Цифрове позначення деталей і складальних одиниць, кількість складальних і монтажних креслень, зміст інформації на кресленнях і специфікаціях – усе повинно відповідати структурній схемі описової специфікації автомобіля, що відбиває послідовність технології складання автомобіля за принципом знизу нагору – від окремих деталей до кінцевого виробу «Автомобіль у зборі» (рис. 1.18).

3. Технічні вимоги до комплектуючих виробів складаються для таких деталей і складальних одиниць, які планують виготовляти не на власних площах, а на виробничій базі іншої організації (постачальника). Комплект креслень і специфікацій на такі вироби може бути внут-

рішньою інформацією постачальника, що робить виріб, і може бути його комерційною таємницею. Тому в деяких випадках у якості графічної інформації для проведення проектно-конструкторських робіт підприємству–розроблювачеві автомобіля надається поверхнева математична модель без внутрішніх конструктивних подробиць.

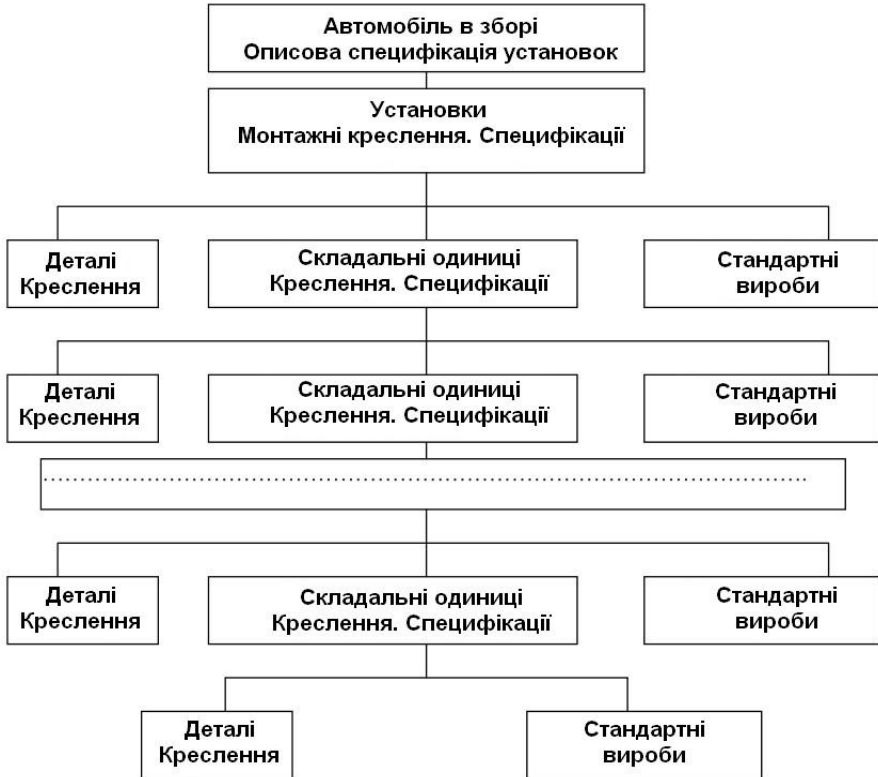


Рисунок 1.18 - Структурна схема рівнів виробів у складі описової специфікації «Автомобіль у зборі»

4. Ремонтно-експлуатаційні документи складаються як на автомобіль в цілому, так і на деякий перелік використовуваних вузлів і агрегатів для забезпечення високих показників довговічності й надійності в процесі експлуатації автомобіля. Тут приводяться технічні характеристики виробів, умови експлуатації, особливості технічного об-

слуговування й проведення ремонтних робіт, перелік рекомендованих до використання інструментів, експлуатаційних матеріалів та інша необхідна інформація, що стосується дотримання правил і вимог по обслуговуванню й експлуатації автомобіля.

Конструкторська документація може бути піддана коректуванню за результатами випробувань дослідних зразків автомобілів, проведених на наступних етапах робіт.

Етап «Випробування конструкцій».

В ідеалі передбачається, що знання й досвід інженера достатні для того, щоб сконструювати виріб, відповідно до вимог технічного завдання, а аналіз і перевірки покликані лише підтвердити безпомилковість проектних і конструкторських рішень.

На практиці досягти цього дуже складно, і нерідко виявляються які-небудь невідповідності, особливо на перших дослідних зразках. Тому у випадку виявлення в процесі випробувань розбіжностей з вимогами технічного завдання, невідповідності конструкції повинні бути усунуті (рис. 1.19 і 1.20).

Випробування – це визначення значень параметрів конструкції й властивостей автомобіля, агрегатів, вузлів, систем, на відповідність установленим вимогам.

Процес випробувань завжди супроводжується необхідними уточненнями й коректуваннями регламентуючих документів, загального компонування, об'ємної віртуальної моделі автомобіля й відповідного комплексу конструкторської документації.

Етап «Затвердження конструкцій».

Цей етап (рис. 1.21) характеризується проведенням приймальних випробувань. Дані випробування є заключними для конструкторських робіт, після чого відкоректовані об'ємна віртуальна модель автомобіля й комплект конструкторської документації, передаються в діюче виробництво, де приступають до початку складання автомобіля на конвеєрі. На час приймальних випробувань уже повинна бути проведена частина основних робіт по підготовці серійного виробництва, й завершені випробування дослідних зразків попередніх серій.

Але перед тим як запустити автомобіль у повномасштабне серійне виробництво, необхідно відробити процес складання автомобіля, вузлів, систем і деталей у дослідно-промисловому виробництві, де

реалізується (на наявному або закупленому устаткуванні) виготовлення автомобілів дрібносерійними партіями.



Рисунок 1.19 - Схема етапу «Випробування конструкції»



Рисунок 1.20 - Схема циклу усунення невідповідностей конструкції

Дослідно-промислове виробництво в мініатюрі повторює серійне виробництво, здійснюване на головному конвеєрі підприємства. Це і є відмінна риса дослідно-промислового виробництва від експериментального, де дослідні зразки (1-ї і 2-ї серії) в основному збираються й виготовляються фактично підручними засобами в одиничних екземплярах з використанням «обхідної технології» (швидкого прототипу-

вання).



Рисунок 1.21 - Схема етапу «Затвердження конструкції»

Дрібносерійна партія зразків, зроблена в дослідно-промисловому виробництві, – це так звана пілотна партія (дослідні зразки 3-ї серії), яку піддають приймальним випробуванням, проведеним для остаточного узгодження й затвердження конструкції автомобіля.

На цій серії проводяться в повному обсязі всі стендові й дорожні (функціональні й ресурсні) випробування, а також перевіірочні випробування на відповідність нормам законодавчих вимог.

На підставі актів і протоколів приймальних випробувань і технологічного узгодження вповноважена приймальна комісія на чолі з керівниками підприємства-розроблювача повинна затвердити готовність конструкції автомобіля для постановки на виробництво.

У випадку негативного рішення, відповідні конструкторські й

іспитові підрозділи виробляють програму коректувальних заходів і погоджують програму подальших випробувань.

У випадку позитивного рішення, привласнюється літера схвалення «Д₄», після чого конструкторська документація та об'ємна віртуальна модель автомобіля, передаються в діюче виробництво.

Крім того, затверджуються й узгоджуються технічні умови на автомобіль. Варто відзначити, що до цього часу сторонні підприємства-виготовлювачі також повинні бути готові до випуску комплектуючих виробів для забезпечення заданої програми випуску автомобілів.

Технічні умови – це документ, що містить основні показники з технічного завдання, підтверджені й перевірені за результатами раніше проведених циклів випробувань. Є регламентуючим документом технічної відповідності конструкції автомобіля, на підставі якого підприємству-виготовлювачеві можуть бути пред'явлені претензії у випадку невідповідності виробленої продукції, тим або іншим функціональним характеристикам і параметрам.

Етап «Серійне виробництво».

За результатами контрольних кваліфікаційних випробувань вносяться зміни в конструкторську документацію, якій привласнюється літера стадії розробки «А».

У випадку виявлення невідповідностей автомобіля в процесі заключних випробувань (невідповідності вже не допускаються), припиняють виробництво й проводять додаткові коригувальні дії по спеціальних програмах, у яких позначають причини виявлених недоліків, необхідні коректувальні заходи щодо усунення дефектів, заходи щодо модернізації або освоєння нового оснащення й устаткування, джерел фінансування робіт та ін.

Омологация – це процедура перевірки конструкції транспортного засобу на відповідність внутрішнім вимогам країни-виготовлювача, міжнародним вимогам, національним вимогам країн експорту, а також оформлення документів по присвоєнню знака офіційного затвердження й одержання сертифікатів омологатії, що дають право на продаж конкретного типу автомобіля на ринку якої-небудь однієї країни або ряду країн.

У процесі серійного виробництва автомобілів, підприємство здійснює політику просування свого товару на заплановані ринки збуту: проводить рекламні кампанії, укладає договори з дилерами на пос-

тавку; розширює мережу пунктів продажу; проводить маркетингові дослідження з розширення попиту; веде аналітичні огляди по реалізації своєї продукції й продукції автомобілів-конкурентів (автомобілів-аналогів), а також їх порівняння за ціною, якістю й технічним рівнем тощо. На підставі звітів по аналітичних оглядах і одержуваного прибутку, підприємство може коректувати обсяг автомобілів, що випускаються, аж до припинення виробництва.

Етап «Припинення виробництва».

Даний етап (рис. 1.22) визначає заключну стадію життєвого циклу автомобіля (сімейства автомобілів), коли підприємство закінчує його виробництво й реалізацію. Цьому рішенням передують процедура маркетингових досліджень, аналогічних тим, які представлені на першому етапі фази концептування.

По суті, маркетингові дослідження не припиняються протягом усього процесу розробки автомобіля. Маркетингові служби постійно відслідковують можливість і доцільність існування виробу в умовах сучасного світового розвитку автомобільної промисловості.

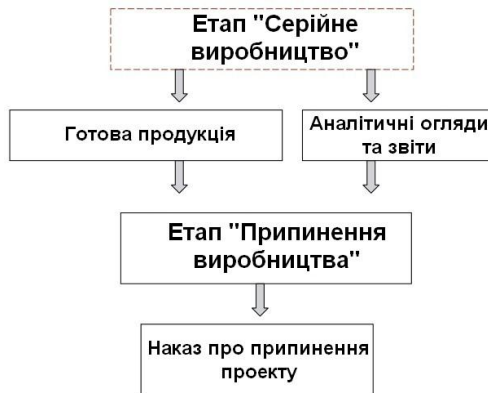


Рисунок 1.22 - Схема етапу «Припинення виробництва»

Варто відзначити, що на підставі маркетингових досліджень може бути припинена також розробка конструкції ще до початку серійного виробництва по тим же перерахованим причинам.

Також можливе альтернативне рішення припиненню виробництва на підприємстві-розроблювачі – перенос виробництва на інше під-

приємство у випадку стійкого попиту на автомобілі. По досягнутих домовленостях підприємство-розроблювач може продовжувати виготовлення й поставку комплектуючих на підприємство, де буде здійснюватися виробництво готових партій автомобілів.

Наказ про припинення (перенос) виробництва автомобілів випускається керівником підприємства, у ньому також вказують обсяги й строки виготовлення запасних частин для продажу й належного забезпечення ними вповноважених організацій технічного обслуговування й ремонту вже проданих автомобілів. На той час може бути розроблена конструкція й завершена підготовка технології складання вже нового сімейства автомобілів, яке займе місце знятого з виробництва сімейства.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть функціональні етапи розробки нового автомобіля.
2. В чому полягає основне завдання дизайнера при розробці зовнішньої форми нового автомобіля?
3. Які функції бюро компоновання?
4. Навіщо потрібна база даних автомобілів - аналогів?
5. Що таке технічні умови?
6. Які роботи виконуються на етапі доведення конструкції?
7. Що таке омологация і навіщо вона потрібна?
8. Які роботи виконують на етапі випробування конструкції?
9. Яка інформація є вхідною для маркетингових досліджень?
10. З яких робіт складається розробка дизайн-проекту?
11. Що таке ескізне компоновання?
12. В чому переваги об'ємної графіки (3D) над плоскою (2D)?
13. Які роботи дозволяють робити спеціалізовані додатки САПР?
14. Що є результатом ескізного компоновання?
15. Навіщо роблять макет зовнішніх форм автомобіля у масштабі 1:1?
16. З чого складається об'ємна віртуальна модель автомобіля?
17. Які види документів входять до складу конструкторської документації автомобіля?
18. Що таке швидке прототипування?
19. Навіщо потрібен етап випробування розробленої конструкції?
20. Коли може бути прийняте рішення про припинення виробництва?