

УДК 629.33

## ЕТАПИ ПРОЄКТУВАННЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

*Михайленко О. М., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,  
м. Запоріжжя, Україна*

Коробка передач це механізм який перетворює крутний момент і кутову швидкість, що передається від двигуна через зачеплення, по величині та напрямку.

Системи автоматичного проектування (САПР) є одним з основних напрямків при проектуванні різних механізмів. САПР дають можливість скоротити витрати часу на розрахунок і проектування – деталей, вузлів, агрегатів і всієї машини, дозволяють великою точністю оцінювати міцність, фізичні та економічні характеристики, можна оперативно вносити зміни в проєктований об'єкт. Маючи високий рівень інтеграції систем САПР, в комп'ютерну мережу інтернет, що дозволяє збільшити рівень комунікації між інженерами-конструкторами працюють не тільки в одній фірмі, але і в інших містах і країнах.

Напрями розвитку САПР 1. Збільшення долі альтернативних систем автоматичного проектування. Вони отримають розвиток на можливостях операційних систем Linux зокрема Chrome OS. Програми, що базуються на операційній системі Google, будуть орієнтовані на роботу в хмарі, без розгортання в пам'ять ПК. 2. Відбудеться перенесення великого обсягу обчислень із процесора ПК на графічне ядро. Обчислення проходитимуть паралельно, що прискорить процес проектування. 3. Більшість операцій та обчислень САПР буде перенесено в хмару. Вихідні дані будуть розміщувати на віддалених серверних масивів, а працювати з ними можна буде онлайн з будь-якого електронного пристрою. 4. Системи САПР будуть уніфіковані, оптимізовані та масштабовані, так що їх можна буде використовувати на будь-якому мобільному пристрої [2].

Проектування автомобіля – це комплекс науково-дослідних і конструкторсько-експериментальних робіт, метою яких є створення технічної документації нового автомобіля або модернізації тих що випускається. Проектування коробки передач автомобіля відбувається за тією ж схемою що і проектування автомобіля [3].

Процес проектування коробки передач складається з наступних етапів:

- **предпроектний етап** – проводиться аналіз конструкцій коробок передач автомобілів-конкурентів, так як за своїми характеристиками об'єкт оптимізації повинен перевершувати існуючі аналоги;

- **етап розробки технічних вимог** – в розділі «Технічні вимоги до складових частин автомобіля» формулюються вимоги до: 1) зубчасте зачеплення; 2) деталям корпусу; 3) валів і підшипників;

- **етап ескізного проекту** – отримавши геометричні розміри зубчастих зачеплень основних деталей, що визначають габарити проєктованої коробки передач, виконують ескізне компонування. Ескізна компоновка виконується в довільному масштабі, в ній відображені конструктивні рішення по взаємному розташуванню валів і зубчастих коліс, позначені місця валів, а також максимальні габарити валів і зубчастих передач. За результатами ескізної компоновки коробки передач створюється її макет. На підставі опрацьованого макета створюється робочий макет, який встановлюється на так званий ходовий макет для визначення його працездатності.

Для автоматизації розрахунків параметрів коробки передач створена програма на базі програмного ресурсу Microsoft Office Excel. Програма дозволяє провести розрахунок передавальних чисел, міжосьової відстані, ширини зубчастих коліс, ширини муфти синхронізатора, габаритних розмірів коробки передач, максимальних діаметрів валів, модуля зубчастого зачеплення, кута нахилу зубів, кількості зубів зубчастих коліс для кожної передачі.

Для розміщення на одному міжосьовій відстані  $a_w$  зубчастих пар, з різними

параметрами, необхідно виробляти процедуру зсуву (коригування) зубчастих коліс. Ця процедура дозволяє варіювати величину міжосьової відстані, наводячи значення цього параметра до одного значення для різних пар зубчастих коліс. При коригуванні необхідно отримати збільшення міцності зубів, що позитивно вплине на довговічність зубчастого зачеплення.

Створення 3D моделі двопалатної коробки передач.

Проектування зубчастих коліс коробки передач в програмі Geor Trax.

Програмне середовище Solid Works і вбудована бібліотека стандартизованих деталей Toolbox дозволяє використовувати найширші можливості по створенню тривимірних моделей елементів кріплення (болти, гайки, шпильки і т. д.) підшипників і зубчастих коліс. Використання цих програм значно підвищує точність побудови деталей, зменшує ймовірність помилок при завданні параметрів, збільшує ступінь опрацювання та деталізації. Програма Gear Trax є доповненням Solid Works [1].

Виконавши проектування зубчастих коліс створюємо 3D моделі ведучого і веденого валів. На відомому валу зубчасті колеса на шліцах.

Створює 3D моделі маточини синхронізатора і муфт синхронізатора.

Синхронізатор необхідно для рівняння кутових швидкостей валу і шестерні при перемиканні передач. Крім плавного перемикання передач синхронізатори знижують знос і шум при перемиканні передач. У даній коробці передач синхронізаторами обладнані всі передачі переднього ходу.

Створення 3D моделі картера коробки передач.

Картер коробки передач є найскладнішою деталлю коробки передач. Процес моделювання картера складається з великої кількості послідовних операцій і включає створення додаткових площин і осей, а також зміна форми геометрії деталі. Основи ескізу складають два кола з міжосьової відстанню даної коробки передач. Діаметри даних кіл на 10 мм більше максимального діаметра зубчастих коліс, що необхідно для досягнення зазори між обертовими деталями і корпусом коробки передач.

- етап технічного завдання – проводиться загальна компоновка коробки передач, яка від ескізної компоновки відрізняється більш детальною розробкою складових частин вузла;

- етап технічного проекту – розробляється математична модель коробки передач, на відміну від попередніх компоновальних моделей має більш детальну геометрію з урахуванням технологічних особливостей. Для досягнення необхідних показників надійності і довговічності робочих процесів, що формують показники експлуатаційних властивостей автомобіля, повинні виконуватися численні розрахунки відповідно до вимог стандартів якості ISO 9001/9002. Наявність математичної моделі коробки передач дозволяє розробити комплект конструкторської документації (КД) з дотриманням вимог ДСТУ, ЕСКД. Комплект КД включає: 1) повний перелік креслень; 2) комплект відповідних специфікацій; 3) технічні вимоги до виробів; 4) ремонтно-експлуатаційні документи. Відразу досягти заявлених вимог практично неможливо. Тому, виникає необхідність етапу перевірки проекту та доведення конструкції;

- етап перевірки і доведення конструкції – доведення – захід по виключенню невідповідностей конструкції за результатами випробування. В процесі доведення конструкція коробки передач оптимізується з метою досягнення найкращих показників. Доводочні випробування є заключним етапом проектування, за результатами якого створюється остаточний комплект конструкторської документації і відбувається затвердження проекту;

- етап затвердження проекту.

Проектування коробки передач повністю відповідає викладеній схемою.

Процес проектування здійснюється відповідно до логічної схемою, що включає послідовність виконання окремих етапів, які складаються з проектних процедур. Проектна процедура це формалізована сукупність операцій, заснованих на фізичному і математичному моделюванні, оптимізації, прогнозування та прийняття проектного рішення. Проектне

рішення – проміжний опис об'єкта, який є підставою для визначення подальшого напрямку проєктування коробки передач.

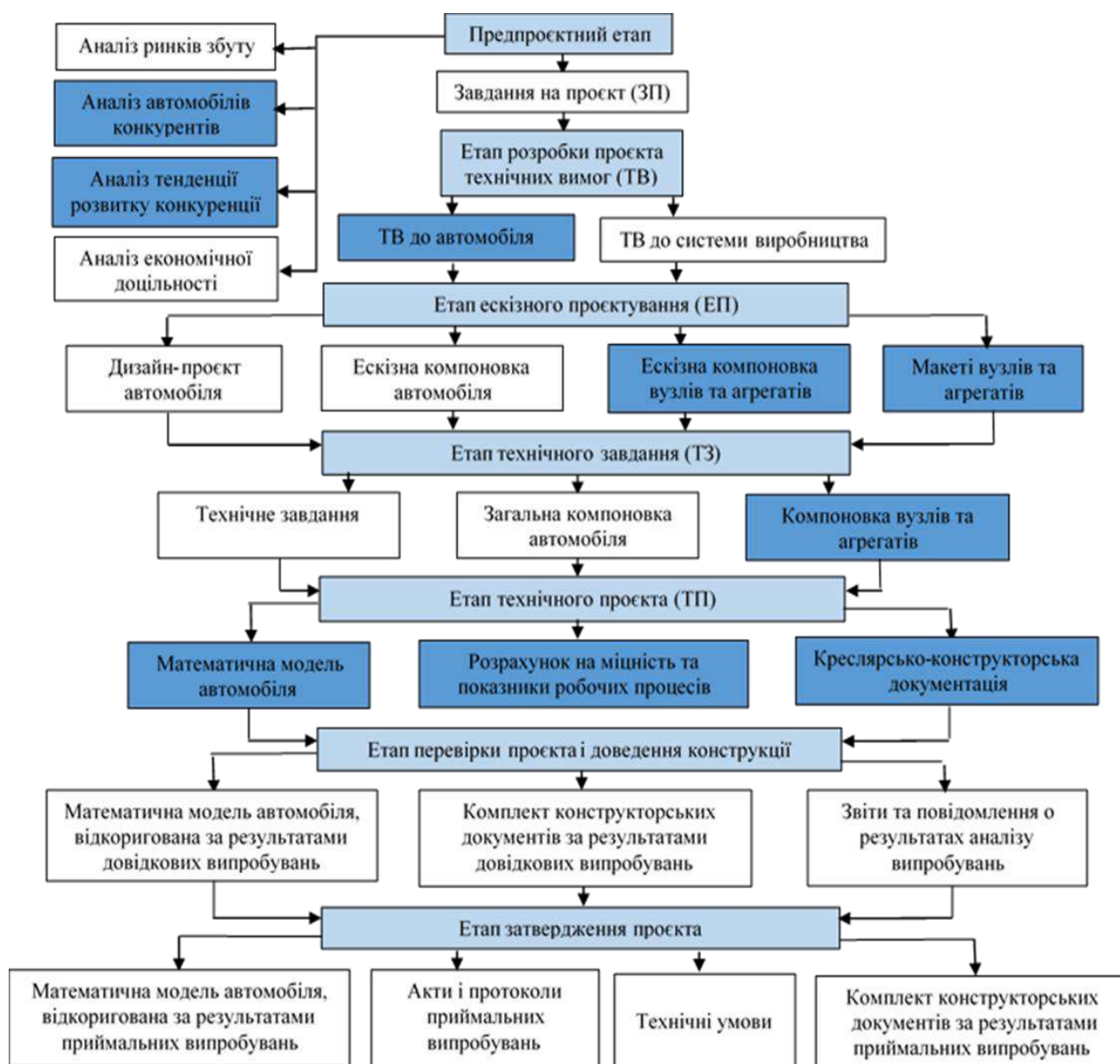


Рис 1. Логічна схема проєктування і випробувань коробки передач [2]

Механічні передачі постійно удосконалюються, поліпшуються їх технічні характеристики, зменшується час проєктування, що сприяє всебічному використанню механіки в машинобудуванні XXI століття.

#### Список використаних джерел.

1. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проєктування промислових виробів: навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт / Ю. В. Холодняк. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. 152 с.

2. Петухов А. В. Системы автоматического проектирования технологических процессов. / А. В. Петухов и др. Мин. обр. Республики Беларусь Гомель-ГГТУ им. П.О. Сухого 2011. 144 с.

3. Панченко А. І. Будова автомобіля: навчальний посібник / А. І. Панченко, А. А. Волошина *та ін.* Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.

**Науковий керівник: Михайленко О. Ю., інженер**