

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Обґрунтування параметрів безступінчатої фрикційної передачі
транспортних засобів малої потужності»**

Виконав: студент VI курсу групи Ат-61

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Андрій ПУКІВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Сергій БАРАНОВИЧ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 621.113

Обґрунтування параметрів безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності.

Пуківський Андрій Юрійович – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 61с. текст. част., 15 рис., 6 табл., 19 джерел.

У даній кваліфікаційній роботі проаналізовано літературні джерела та здійснено огляд існуючих коробок передач, які застосовуються в трансмісіях транспортних засобів. Наведено будову безступінчатих механічних передач і принцип їх розрахунку.

Проведені дослідження з допомогою ПК для встановлення залежності впливу кінематичних параметрів фрекційних передач на їх габаритні розміри.

В розділі охорони праці проаналізовано аварійні і травматичні ситуації, які можуть виникнути під час обслуговування транспортних засобів. Розглянуто заходи щодо захисту населення в надзвичайних ситуаціях.

В економічній частині даної роботи було проведено оцінку розробки і застосування в безступінчатої фрекційної передачі в трансмісіях автомобілів щодо витрати на виробництво і прибутковості проекту вцілому.

ЗМІСТ

	ст.
Вступ	7
1. РОЗДІЛ. Огляд трансмісій легкових автомобілів	9
1.1 Характеристики трансмісій транспортних засобів.	9
1.2 Типи варіаторних коробок передач	15
1.3 Завдання магістерської роботи	18
2. РОЗДІЛ. Розрахунок передач варіаторного типу	20
2.1 Види фрикційних варіаторів і застосування їх автомобілебудуванні	20
2.2 Основні характеристики фрикційних варіаторів	25
2.3 Розрахунок фрикційних варіаторів	27
Висновки по розділу	30
3. РОЗДІЛ. Визначення мети, методів та параметрів експериментальних досліджень роботи	31
3.1 Мета та методика експериментальних досліджень	31
3.2 Визначення конструкційних параметрів фрикційної передачі	32
3.3 Аналітичне дослідження фрикційного торового варіатора	35
Висновки по розділу	39
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	41
4.1 Обґрунтування можливих чинників травмонебезпечних ситуацій під час ТО і ремонту автомобілів	41
4.2 Умови і обставини виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідки	48
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	49
Висновки до розділу	63

РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність	52
Висновки до розділу	57
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	58
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	60

ВСТУП

Потреба плавного контролю швидкості робочих механізмів призводить до впровадження безступінчастих передач у приводах машин. Застосування таких передач у трансмісіях транспортних засобів дозволяє досягти значної економії палива, покращити динамічні характеристики та спростити процес управління.

Автомобільний двигун внутрішнього згорання має особливості у своїй роботі, які вимагають використання коробки передач. Це пов'язано з тим, що ефективність роботи двигуна досягається в обмеженому діапазоні частот обертання. Інженери та розробники працюють над досягненням оптимального балансу між продуктивністю, зносостійкістю, вартістю та масою двигунів, а також, в першу чергу, їхньою енергоефективністю.

Двигуни внутрішнього згорання дозволяють регулювати оберти вихідного валу в обмеженому діапазоні. Застосування коробки передач не лише забезпечує можливість контролю обертань, але також підвищує крутний момент. Це дозволяє досягти потрібної швидкості обертання коліс транспортного засобу, уникнути перевантаження двигуна і економити ресурси пального, продовжуючи при цьому термін служби двигуна. Також, через механічну трансмісію забезпечується можливість руху назад (реверс), що досягається зміною напрямку обертання коліс автомобіля.

Кожна пара шестерень має своє власне передатне відношення. Зазвичай зубчасті колеса з'єднані по дві штуки у групу. Це дозволяє переміщати групу шестерень в одному напрямку, активуючи одну передачу, і при переміщенні в іншому напрямку активується інша передача. Варіатор забезпечує плавну зміну передаткового відношення між валом двигуна та привідними колесами автомобіля через відсутність фіксованих передач. Задній хід у трансмісіях з варіатором реалізується за допомогою спеціального планетарного редуктора.

Використання варіаторів не обмежується лише автомобілями, а також розповсюджується на різноманітні механізми та невелику моторну техніку, такі як моторолери, снігоходи, квадроцикли, верстати, транспортери та інші машини.

Сучасні транспортні засоби активно використовують автоматичні коробки передач (АКП), які, завдяки розвитку технологій та техніки, витісняють механічні коробки передач (МКП) в автомобілях.

Варіатор (лат. *variātor* - "змінник") або варіаторна коробка передач (CVT - *continuously variable transmission*), це один з видів автоматичної коробки передач.

Один із ефективних методів для вирішення завдання автоматичного безступінчастого регулювання полягає в застосуванні трансмісії на основі варіаторної коробки передач (CVT - *continuously variable transmission*). Її перевагами є менші витрати палива порівняно з ступеневими передачами, висока надійність, тривалий термін служби, високі коефіцієнти корисної дії. Така трансмісія здатна забезпечити всі необхідні режими роботи привода і зменшити крутильні коливання на прямому приводі без використання додаткових систем.

У даній роботі досліджено вплив потужностей приводу за яких доцільно застосовувати варіаторну коробку передач з використанням комп'ютерного комплексу розрахунку даного вузла.

1. РОЗДІЛ. Огляд трансмісій легкових автомобілів

1.1. Характеристики трансмісій транспортних засобів

На даний час використовується чотири варіанти коробок передач, а найчастіше застосовуються два основних типи трансмісій: з ручним управлінням (механічна коробка передач) і автоматичним управлінням. Автоматична трансмісія може бути класичним автоматом, варіатором або роботизованою коробкою передач, проте для водія це розглядається як єдиний принцип, оскільки не вимагає ручного перемикавання передач.

Коробка передач вбудована у систему передач потужності від двигуна до коліс і використовується для регулювання крутного моменту і частоти обертання, що передається на колеса та визначає тягу і швидкість руху транспортного засобу.

Ручна коробка передач або механічна коробка передач є найбільш доступним типом автомобільної трансмісії, особливо для бюджетних моделей, де це часто єдиний вибір.

Механічна коробка передач (МКП) (рис. 1.1.) зазвичай складається з шестерень, які водій змінює (перемикає) вручну, натискаючи на ручку. Ця трансмісія також включає муфту зчеплення, якою водій керує педаллю або важелем. Кожне перемикавання супроводжується вижиманням педалі або важеля, роблячи цей процес нескладним, але тривалим. Хоча МКП вважається менш зручною для користувача, вона залишається більш доступною за ціною, не дивлячись на те, що її ресурс може конкурувати із більш сучасними автоматичними коробками передач.

Автоматична трансмісія з гідротрансформатором транспортних засобів залишається найбільш надійною та використовуваною формою передачі крутного моменту на даний час.

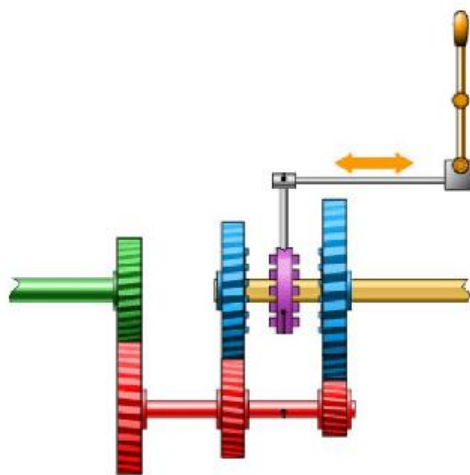


Рисунок. 1.1. Механічна коробка передач (МКП)

У нас традиційно класичну автоматичну коробку передач (рис. 1.2.) з гідромеханічним управлінням називають «автоматом». З цією коробкою водію достатньо вибрати напрямок руху (вперед або назад), і автоматика вже сама відповідає за вибір і перемикавання передач для забезпечення руху транспортного засобу.

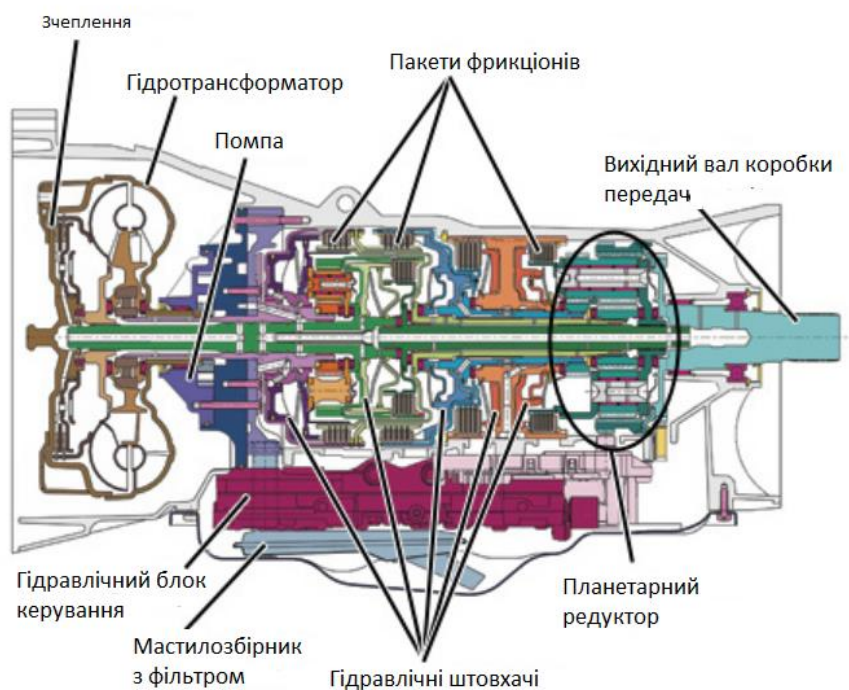


Рисунок. 1.2. Класична автоматична коробка передач.

Це давно застосовуваний тип автоматичної трансмісії, який, незважаючи на свою складність, давно закріпився у виробництві транспортних засобів як надійний і довговічний. Класичні автоматичні коробки передач також відомі своєю плавністю роботи, забезпечуючи комфорт для пасажирів та передбачуваність руху транспортного засобу для водія. Звісно, існують недоліки, такі як велика вага і громіздкість "гідромеханіки", а також висока вартість і підвищені витрати палива порівняно з використанням механічних коробок передач. Незважаючи на це, цей тип автоматичних трансмісій є класичним варіантом та широко використовується в масовому виробництві транспортних засобів, нарівні з коробкою-робот.

Використати автоматичну трансмісію на транспортному засобі за найнижчою ціною можна, вибираючи просту роботизовану коробку передач. Однак важливо зауважити, що такий тип коробки зазвичай не забезпечує комфортну роботу трансмісії.

Коробка-робот (РКП) може вважатися як найдорожчим, так і найдешевшим типом автоматичних трансмісій одночасно. Бюджетний і простий з точки зору техніки варіант включає звичайну механічну коробку з зчепленням, до якої додані електроприводи агрегатів та вузлів. За допомогою електроніки ці пристрої витискають зчеплення і переміщують важіль управління механічною коробкою передач по команді, звільняючи водія від цього завдання і виконання необхідних рухів.

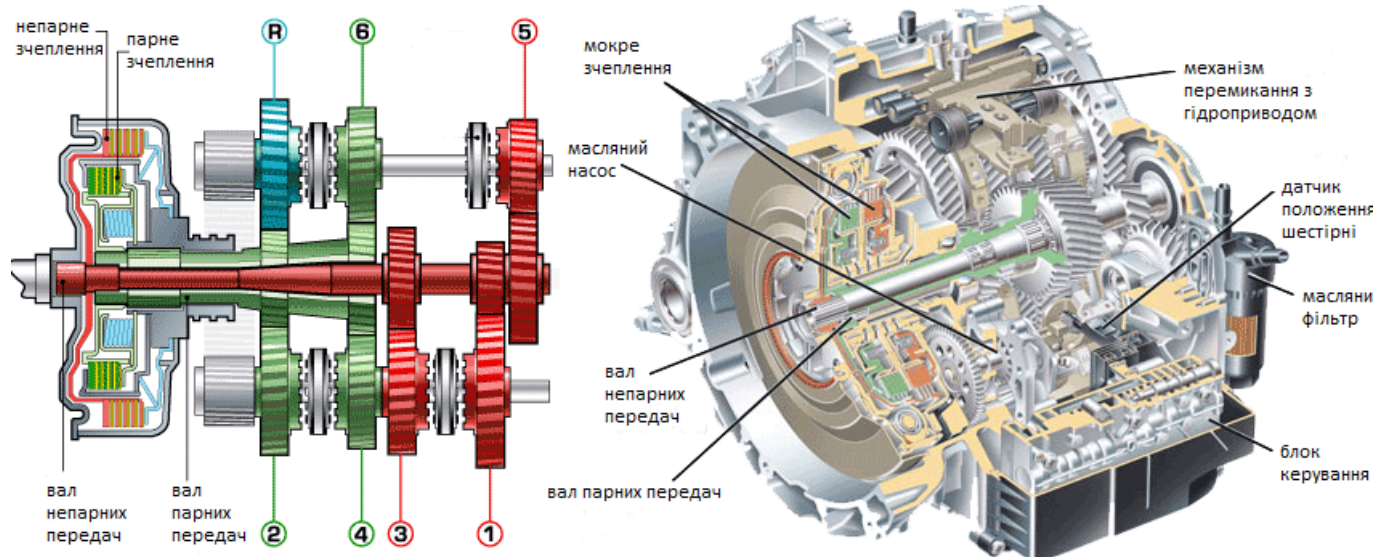


Рисунок. 1.3. Роботизована коробка передач.

Зрештою, у недорогих роботизованих коробках передач може бути менша плавність перемикач порівняно з ручною роботизованою трансмісією, що впливає на комфорт при їзді. Під час зміни швидкостей може виникати неприємне смикання, а прискорення може виявитися менш плавним. Однак важливо відзначити, що в порівнянні з традиційним автоматом, роботизована трансмісія не збільшує витрату пального. Це робить її економічно вигідним варіантом для виробників бюджетних транспортних засобів, які хочуть пропонувати на ринку автоматичні коробки передач своїм клієнтам.

До категорії автоматичних роботів-коробок передач належать й найбільш складні варіанти, такі як преселективні АКП (рис. 1.4.) (DSG, PDK, SMG, EDC і т. д.), залежно від виробника. Фактично це представляє собою дві механічні коробки передач, кожна з власним зчепленням, які вбудовані в один корпус. Аналогічно звичайним роботам-коробкам, перемикачними у таких коробках управляють сервоприводи та електронний блок транспортного засобу.

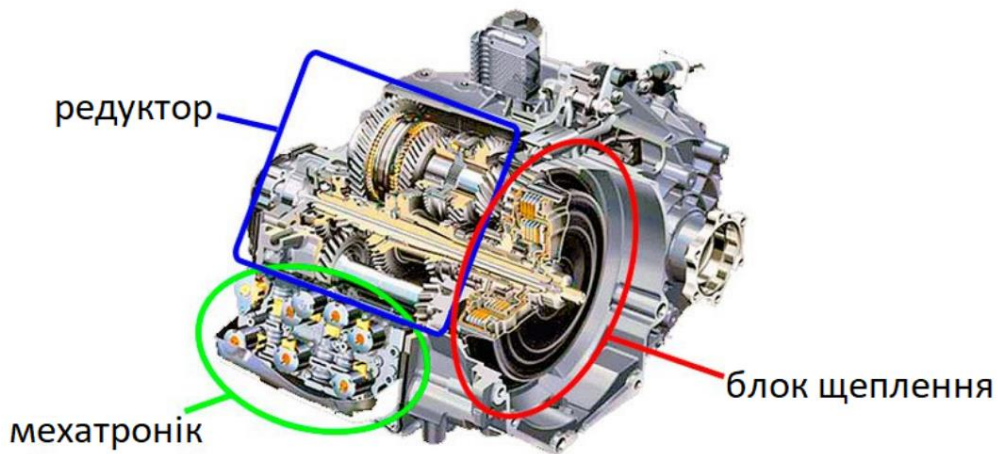


Рис. 1.4. Автоматична робот-коробка передач DSG.

Автоматична трансмісія із преселективною коробкою-роботом наразі вважається найбільш складною та ефективною формою такого механізму передачі в автомобільній індустрії.

Описана конструкція дозволяє автомобілю мати дві одночасно включені передачі в коробці перемикання передач. Одна передача взаємодіє з колесами через зчеплення, яке залишається зчепленим, тоді як інша передача очікує на своє підключення з відкритим зчепленням. Вирішальний момент настає, коли комп'ютер подає команду: одне зчеплення відмикається, а інше зчеплення замикається майже миттєво. Цей процес дозволяє здійснювати переключення передач без втрати потужності транспортним засобом, практично без будь-яких ривків, які можуть бути характерними для інших типів автоматичних коробок передач.

На жаль, хоча преселективна коробка-робот визнана кращою за інші типи автоматичних трансмісій і може перевершити навіть досвідченого водія у плані ефективності пального та динаміки перемикання передач, вона не є ідеальною. Хоча ці трансмісії широко використовуються в безкомпромісних спортивних автомобілях, вони мають свої недоліки. Один із головних недоліків полягає у їхній складності конструкції, що робить їх менш надійними, і, крім того, ці трансмісії виявляються дуже дорогими як під час покупки, так і під час ремонту.

Сучасні варіатори сприяють економії пального, забезпечують м'яке та комфортне переміщення транспортного засобу, але виявляють певні недоліки в умовах частого буксування та руху.

Окремий тип автоматичних трансмісій, відомих як безступінчаті або варіатори, також позначають як CVT (Continuously Variable Transmission – трансмісія з безперервно змінюваним передаточним відношенням). На відміну від традиційних шестерень в коробці передач, вони використовують пару розсувних шківів, які з'єднані клиновидним прогумованим пасом або металевим дрібноланковим пасом.

У передачі змінюється передавальне число автоматично, в залежності від умов руху, шляхом плавної зміни діаметру шківів. Цей механізм забезпечує комфортну їзду без різких перепадів в швидкості. Незважаючи на високий рівень зручності, основною особливістю цієї трансмісії є відсутність фіксованих ступенів передач, що відрізняє її від звичайних коробок передач. Двигун може видавати тривалі гудіння на одній ноті під час розгону, що може стати незвичайним для користувача. Варіатор часто вважається більш вигідним з точки зору вартості порівняно з класичним гідромеханічним автоматом або преселективною роботизованою трансмісією, а також характеризується економічнішим споживанням палива.



Рисунок 1.5. Варіатор або CVT (Continuously Variable Transmission – коробка передач з безперервно змінюваним передаточним відношенням).

Іноді доводиться замінювати клиновидний прогумований пас або металевий дрібноланковий пас (ланцюг) варіатора, що вимагає повного розбирання цього механізму.

Нині поширено використання безступінчатих трансмісій (CVT), як і роботизованих коробок передач, навіть у великих автомобілях. Проте вітчизняні водії не завжди довіряють цим варіаторам. Багато з них вважають, що такий тип трансмісії не є надто надійним, особливо під час тривалого руху в заторах, по бездоріжжю та на великих швидкостях.

Недоліками варіаторної трансмісії транспортного засобу є те, що слабким місцем є зношуваний пас, який потребує повного розбирання коробки для його заміни, а також потреба вчасної заміни масла з урахуванням вказаних виробником вимог. Отже, під час проектування і експлуатації даної трансмісії в автомобілі з варіатором слід враховувати ці аспекти, а для вживаних автомобілів важливо враховувати пробіг та інформацію про ресурс CVT конкретної моделі транспортного засобу.

Покупцям варто мати на увазі, що більшість автовиробників не дає можливості вибору між різними типами автоматичних трансмісій. Таким чином, у деяких випадках їм доведеться обирати між придбанням автомобіля з не тією трансмісією, яку вони бажають, або відмовитися від покупки обраного транспортного засобу на користь іншого, яке оснащено необхідним типом трансмісії.

1.2. Типи варіаторних коробок передач

Існують три основних типи варіаторів: клинопасовий, тороїдальний, а також гідростатичний і механічний. Механічний варіатор застосовується у сфері верстатобудування та не використовується в автомобільній промисловості.

Клинопасові варіатори (рис. 1.6.). В основі цього варіатора лежить принцип роботи з двома конічними дисками, з'єднаними трапецієподібним

пасом. Конструкція включає шків у формі конічних дисків, що забезпечує плавне змінювання передаточного числа. Для підвищення міцності та стійкості до зносу ремінь може бути виготовлений із металевих пластин або у вигляді сталевих ланцюгів. Однак незалежно від конструкції та матеріалу, принцип роботи варіатора залишається однаковим.

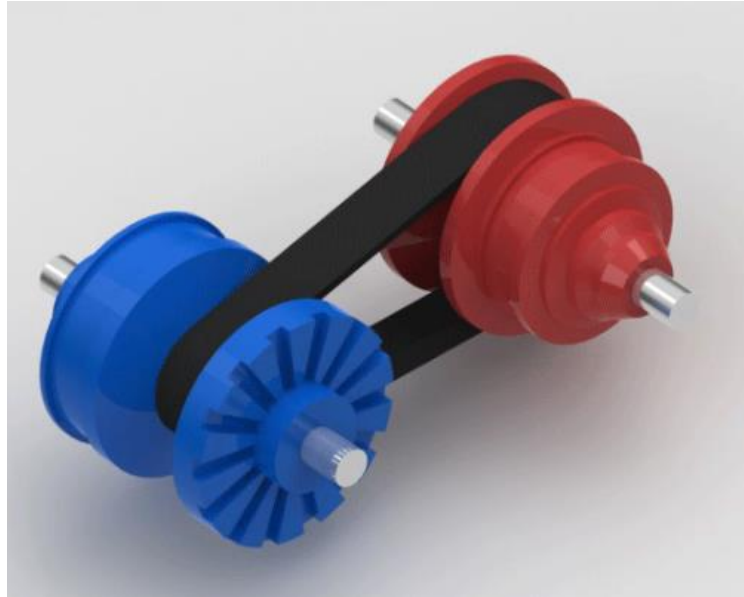


Рисунок 1.6. Клинопасовий варіатор.

Трансмсія з клиновим пасом широко використовується в автомобільному виробництві. Під час руху дві конусоподібні половини, розташовані під кутом до осі вала, наближаються одна до одної. При цьому пас пересувається всередину, а коли шків віддаляється, пас набуває клиноподібної форми. Збільшення клина призводить до збільшення радіуса шківів, що в свою чергу підвищує передаточне число. У випадку віддалення шківів відбувається зворотний процес, зменшуючи передаточне число.

Частини шківів можуть зміщуватися за допомогою пружини, відцентрової сили або гідравлічного приводу. У випадку використання гідравлічного приводу використовується електронне управління, яке забезпечує оптимальний режим роботи двигуна. Електроніка сприяє збільшенню ресурсу варіатора і зменшенню витрати палива.

У даній передачі використовуються паси з армовані гумові, сталеві пластини або ланцюги. Клиноланцюгові варіатори відрізняються високою

ефективністю. Міцний ланцюг постійно витримує великі навантаження і може перегріватися, тому встановлення системи примусового охолодження масла є необхідною.

Тороїдні варіатори (рис. 1.7). Трансмисії з безступінчатими коробками передач тороїдальної конструкції базуються на використанні пари коліс з сферичною робочою поверхнею. Між цими колесами розташований ролик, який переміщується, контактуючи з колісами на участках з різною товщиною, що дозволяє регулювати передачу без ступенів.

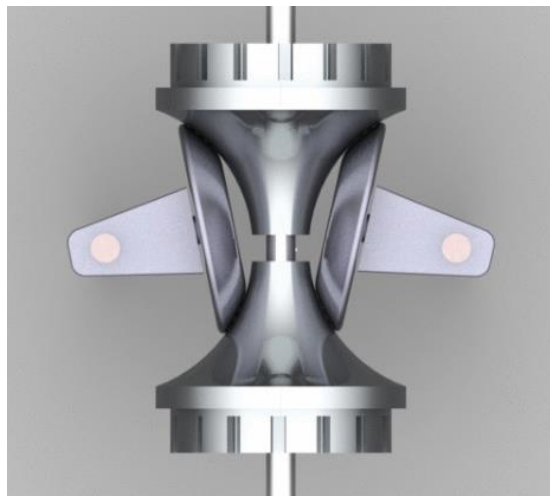


Рисунок 1.7. Тороїдний варіатор.

Система передачі крутного моменту в тороїдному варіаторі здійснюється за допомогою рухомих роликів, які автоматично регулюються спеціальними пристроями для контролю сили притискання. Електроніка відповідає за управління рухом роликів і регулювання передавальних характеристик. Ця технологія тороїдних варіаторів, хоч і нова на ринку автомобілебудування, має високий ресурс і ефективність, що визначає їхні великі перспективи у майбутньому.

Гідростатичні варіатори. Ці пристрої не базуються на силі тертя, а використовують насоси змінного тиску для активації гідростатичних двигунів. Зазвичай гідростатична трансмісія комбінується із зчепленням і планетарною передачею, утворюючи гібридну гідромеханічну автоматичну коробку передач (АКПП). Цей тип трансмісії використовує гідравліку для передачі моменту при

низькій швидкості та механічні компоненти — при великій. На проміжному рівні використовується комбінована передача. Такий підхід застосовується в тракторах та спецтехніці, які працюють в умовах великих важких навантажень.

Безступінчаті трансмісії з використанням варіаторів менш ефективні під час буксування важких причепів, переміщенні по бездоріжжю та при спортивній їзді порівняно з автоматичними коробками передач (АКПП). Це призводить до вищих витрат на технічне обслуговування та ремонт, оскільки варіатори вимагають частішої заміни трансмісійної рідини, яка має вищу вартість порівняно з маслом для АКПП. Варіатори є складнішими та менш надійними у порівнянні з АКПП, що призводить до швидшого зносу. Висока складність та витрати на ремонт варіаторів вимагають обережного обслуговування та уникання перевантажень для тривалого функціонування без значних витрат на ремонт.

1.3. Завдання магістерської роботи

Поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

- провести огляд існуючих видів безступеневих трансмісій з використанням фрикційної передачі в транспортних засобах малої потужності;
- провести огляд конструкцій коробок передач з використанням безступінчатої фрикційної передачі для транспортних засобів малої потужності;
- проаналізувати розрахунки безступінчатої фрикційної передачі для транспортних засобів малої потужності;
- обґрунтувати доцільність використання безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності;
- описати аспекти охорони праці та безпеки для транспортних засобів з безступінчатими фрикційними передачами транспортних засобів малої потужності;

- обґрунтування економічної ефективності використання безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності.

Об'єкт дослідження – безступінчаті фрикційні передачі трансмісії транспортних засобів малої потужності.

Предметом дослідження є встановлення конструкторсько-геометричних параметрів безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності за умови забезпечення необхідних технічних характеристик в процесі експлуатації транспортного засобу.

Методи дослідження – аналізу і синтезу, математичного і комп'ютерного моделювання, статистики, проведення експерименту для обґрунтування параметрів безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності.

Практичне значення роботи полягає в оптимізації параметрів безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності в процесі проектування транспортних засобів малої потужності.

2. РОЗДІЛ. Розрахунок передач варіаторного типу

2.1. Види фрикційних варіаторів і застосування їх автомобілебудуванні

Фрикційні варіатори є механічними передачами, які призначені для плавного та безступеневого регулювання швидкості обертання веденого вала при постійній швидкості обертання ведучого вала. Ці варіатори виготовляються для передачі обмежених потужностей, зазвичай які не перевищують 20 - 30 кВт, хоча існують конструкції, придатні для використання при потужностях 100 кВт і більше. Застосовуються фрикційні варіатори в приводах метало- та деревообробних верстатів, пресів, конвейєрів, а також в машинах хімічної, текстильної та паперової промисловості, а також у ходових трансмісіях транспортних засобів.

Класифікація фрикційних варіаторів базується на їхній конструкції та принципі роботи, і може бути розподілена на дві основні групи: варіатори, де ведуча та ведена ланки безпосередньо контактують між собою, і варіатори, де між ними розташовані проміжні ланки. Це дозволяє врахувати різноманітність фрикційних варіаторів за їхньою будовою. Принципові схеми декількох видів фрикційних варіаторів наведено в табл. 2.1.

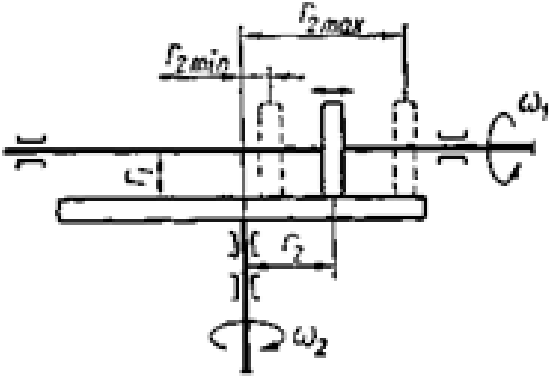
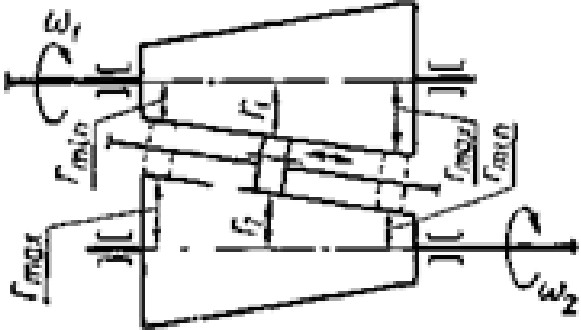
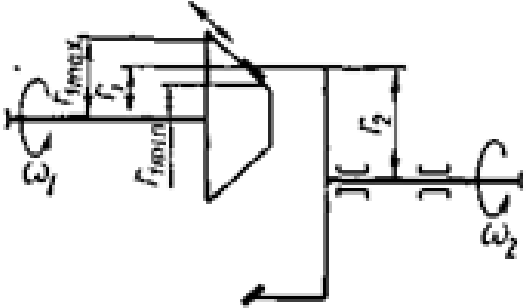
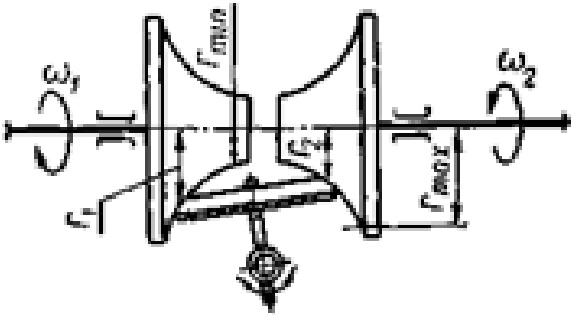
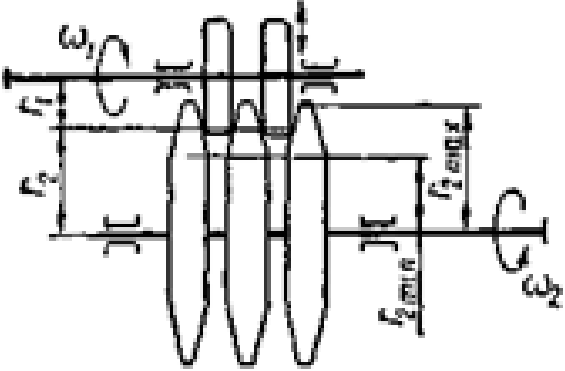
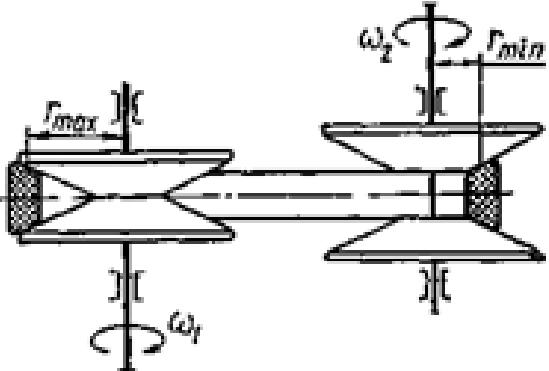
В автомобільній індустрії варіатори стають справжньою альтернативою автоматичним коробкам передач, і провідні виробники, такі як Toyota, Honda, Nissan, Ford активно вдосконалюють їхню технологію. Варіатори забезпечують оптимальне передаткове відношення у будь-який момент, що позитивно впливає на динаміку автомобіля, підвищує його паливну ефективність та зменшує викиди. Ця технологія також обіцяє багато переваг для застосування в трансмісіях гібридних автомобілів.

Механічні варіатори відрізняються меншими габаритами та вагою порівняно з електро- та гідروприводами, а також забезпечують плавне регулювання кутової швидкості. Тому вони широко використовуються в транспортних засобах. Ці варіатори поділяються на фрикційні та ті, які

передають навантаження за допомогою зачеплення. Найпоширеніші серед них - це клинопасові, конусні та торові варіатори.

Таблиця 2.1.

Схеми фрикційних варіаторів

Варіатори з безпосереднім контактом ведучої та веденої ланок	Варіатори з проміжною ланкою між ведучою та веденою ланками
<p>Лобовий</p> 	<p>Конусний з проміжним диском</p> 
<p>Конусний</p> 	<p>Торовий</p> 
<p>Дисковий</p> 	<p>Клинопасовий з розсувними конусами</p> 

Механічні варіатори, завдяки своїм компактним розмірам і легкості, виявилися більш привабливими для використання в транспортних засобах порівняно з електроприводами і гідروприводами. Вони забезпечують плавне

регулювання кутової швидкості, а їх вага і габарити значно менше, що робить їх ефективними та економічними. Ці різновиди механічних варіаторів знаходять широке застосування завдяки своїй надійності та ефективності в автотранспорті та інших галузях.

Механічні варіатори, порівняно з зубчастими передачами, відрізняються великими розмірами та масою, меншою ефективністю і меншою жорсткістю передачі відношення. Існують лише два основних типи таких варіаторів: пластинчасті і ті, що використовують сектори, які деформуються. У цьому контексті актуальним є розробка варіатора з зубчастим зачепленням, який, за основними показниками, наближався б до зубчастої передачі із постійним передатним відношенням. Наразі в галузі машинобудування відсутні значущі ідеї та різноманіття конструкційних рішень для такого варіатора, включаючи і запатентовані розробки.

Дослідження нових конструкцій варіаторів становить плідну основу для вивчення традиційних та інноваційних методів проектування, що використовуються в машинобудуванні. Проектування варіатора виявляється відмінним полем застосування евристичних методів, які широко використовуються в системному аналізі, системах автоматизованого проектування (САПР), управлінні проектами і самому машинобудуванні. Зазвичай, результатом цього дослідження є отримання патентів на нові конструкції або концепції, для яких вже виконані попередні розрахунки і створена ескізна компоновка.

Клинопасові і ланцюгові варіатори широко використовуються в автомобільних приводах. Незважаючи на відмінності у принципі роботи, обидва типи варіаторів мають схожі компоненти. Для вивчення динаміки варіаторів застосовують спрощені моделі. Клинопасовий варіатор може бути представлений як набір пружин, з'єднаних шарнірами. У ланцюговому варіаторі ланцюг складається з ланок, з'єднаних пружними елементами, такими як пружина і гідроциліндр. Використання спрощених схем для побудови математичної моделі є стандартним підходом. Порівняння і аналіз таких схем

може вдатися для виявлення нових конструкцій. Наприклад, схожість динамічних моделей може вказати на можливість використання ланцюга замість пасу, що призводить до появи клиноланцюгових варіаторів або використання металевих пластин, які контактують з дисками, на пасі - metal Vbelt.

Зміна передатного відношення у клинопасовому варіаторі відбувається за допомогою осьового переміщення дисків. Розробка механізму переміщення дисків є складною задачею, оскільки цей механізм включає в себе більше деталей, порівняно з клинопасовою передачею. Остання забезпечує передачу навантаження та плавне змінює передатне відношення.

Варіатор зазвичай складається з трьох основних елементів: системи передачі зі змінним передаточним відношенням, механізму, який з'єднує цю передачу з вихідним валом, а також механізму управління варіатором. У випадку імпульсних варіаторів обов'язково використовується механізм, який об'єднує передачу із вихідним валом, і при цьому уникається використання тертя для передачі навантаження, що становить їхню перевагу. Необхідно відзначити, що проста конструкція шарнірного чотирьохланкового механізму із змінною довжиною ланок, яка використовується як передача зі змінним передатковим відношенням, вимагає використання складних механізмів для керування та для з'єднання з вихідним валом у необхідний момент часу.

Ще одним типом варіаторів, який широко використовується в автомобільній техніці, є торові варіатори, зокрема виробництва компанії Ultimate Transmissions. Ці варіатори включають чотири диски з тороїдальними поверхнями і два ряди проміжних роликів, відомих як Double Roller Full Toroidal Variator. Основна перевага торових варіаторів полягає в їхній компактності, завдяки використанню принципу багатопоточності. У кожному ряду розміщено від двох до чотирьох роликів. Також реалізований принцип взаємної компенсації зусиль, які виникають внаслідок контакту роликів і дисків. Крім того, застосований принцип поєднання функцій, оскільки

управління положенням обох рядів роликів відбувається за допомогою одного механізму.

Задача оптимізації кінематичних і геометричних параметрів торових варіаторів була вирішена для досягнення мінімальної маси і максимального коефіцієнта корисної дії (ККД). Наразі досягнуто ККД на рівні 86,7% для широкого спектру параметрів, що є задовільним результатом для варіаторів. Проте в порівнянні з зубчастими передачами це значення виявляється значно меншим.

Кульовий варіатор, хоча має меншу навантажувальну спроможність порівняно з торовим, відзначається унікальною можливістю постійно змінювати положення осі обертання вихідних дисків. Ця особливість робить його ідеальним для використання в приводах роботів. Крім того, у кульовому варіаторі використовується взаємна компенсація зусиль і можливість багатопотокової роботи. Незважаючи на широкий спектр застосувань, фрикційні варіатори мають ряд недоліків, таких як низький коефіцієнт корисної дії (ККД), знос деталей та несталість передаткового відношення. Саме через ці обмеження велика кількість патентів приділена варіаторам із зачепленням.

Єдиний тип варіатора без проковзування, який випускається промисловістю, це ланцюговий варіатор, існує кілька оригінальних конструкцій, таких як ICVT Varibox, Fixed-Pitch CVT і Anderson CVT. Наприклад, ICVT Varibox використовує зірочку із змінною формою, яка складається з паралельних стрижнів, що переміщуються від центру зірочки. У випадку Fixed-Pitch CVT це набір зірочок, розташованих на змінному радіусі, утворюючи одну зірочку. А в Anderson CVT зірочками є конуси, в яких розміщені "плаваючі" зуби, які можуть змінювати своє положення і зміщуватися в межах зазору. Отже, зірочка в цих варіаторах є колесом із змінною геометрією, відмінною від звичайного ланцюга.

2.2. Основні характеристики фрикційних варіаторів

Діапазон регулювання варіаторів. Основною характеристикою варіатора є його діапазон регулювання D – це відношення максимальної кутової швидкості $\omega_{2\max}$ веденого вала до його мінімальної кутової швидкості $\omega_{2\min}$ за умови постійній швидкості ω_1 обертання ведучого вала визначається за формулою:

$$D = \omega_{2\max} / \omega_{2\min} . \quad (2.1)$$

Враховуючи, що $\omega_{2\max} = \omega_1 / u_{\min}$ та $\omega_{2\min} = \omega_1 / u_{\max}$, діапазон регулювання передаточного числа варіатора можна подати через максимальне та мінімальне його передаточне число за формулою:

$$D = u_{\max} / u_{\min} . \quad (2.2)$$

Для фрикційних варіаторів діапазон регулювання передаточного числа визначають таким чином.

Лобовий варіатор. З умови рівності колових швидкостей в точці контакту ведучої ланки та веденого диску маємо біжучі значення передаточного числа за формулами:

$$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2 \quad \text{або} \quad u = \omega_1 / \omega_2 = r_1 / r_2 \quad (2.3)$$

Максимальне та мінімальне передаточні числа передачі визначаються за формулами:

$$u_{\max} = r_{2\max} / r_1 ; \quad u_{\min} = r_{2\min} / r_1 . \quad (2.4)$$

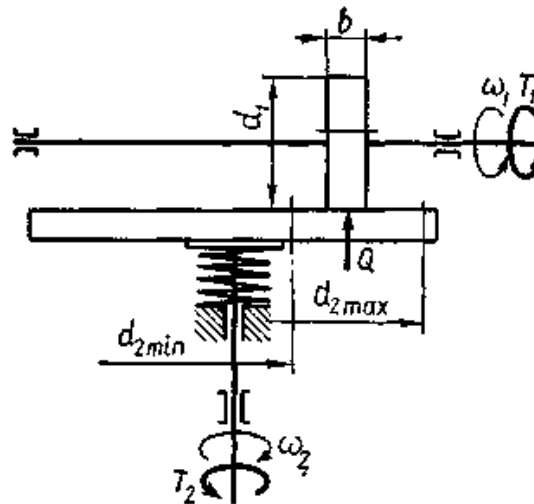


Рисунок 2.1. Схема до розрахунку лобового варіатора.

Діапазон регулювання лобового варіатора визначається за формулою:

$$D = u_{\max} / u_{\min} = r_{2\max} / r_{2\min} . \quad (2.5)$$

Діапазон регулювання лобових варіаторів є в межах $D = 2 \dots 4$.

Конусний варіатор працює в діапазоні $D = r_{1\max} / r_{1\min} \leq 3$.

Дискові варіатори мають практичне використання з діапазоном регулювання $D = r_{2\max} / r_{2\min} \leq 2$.

Конусний варіатор з проміжною ланкою може забезпечувати діапазон регулювання $D = (r_{\max} / r_{\min})^2 = 5 \dots 6$.

Торовий варіатор може забезпечувати діапазон регулювання в межах $D = (r_{\max} / r_{\min})^2 = 6 \dots 8$.

Клинопасовий варіатор з рухомими конусами знаходиться в межах $D = (r_{\max} / r_{\min})^2 \leq 10$.

За заданим діапазоном можна вибрати необхідний тип фрикційного варіатора.

2.3. Розрахунок фрикційних варіаторів

Розрахунок клинопасового варіатора полягає у встановленні необхідного діапазона регулювання $D = (r_{\max}/r_{\min})^2 \leq 10$.

Наступні розрахунки проводяться як для клинопасової передачі за максимального і мінімального прийнятого передаточного числа.

Головна перевага фрикційних передач полягає у тому, що вони дозволяють передавати окружні зусилля за допомогою сил тертя між катками, що відкриває можливість створення безступінчастих коробок передач, відомих як фрикційні варіатори.

Щоб передати задану колову силу P за допомогою фрикційних ланок, треба прикласти зусилля Q , яке перевищує колову силу P на величину, більшу за допустиму різницю, визначену коефіцієнтом запасу зчеплення β передачі. Для даної задачі розрахунку використовується коефіцієнт $\beta = 1,25 \dots 2,0$.

Схема для розрахунку подана на рис. 2.2.

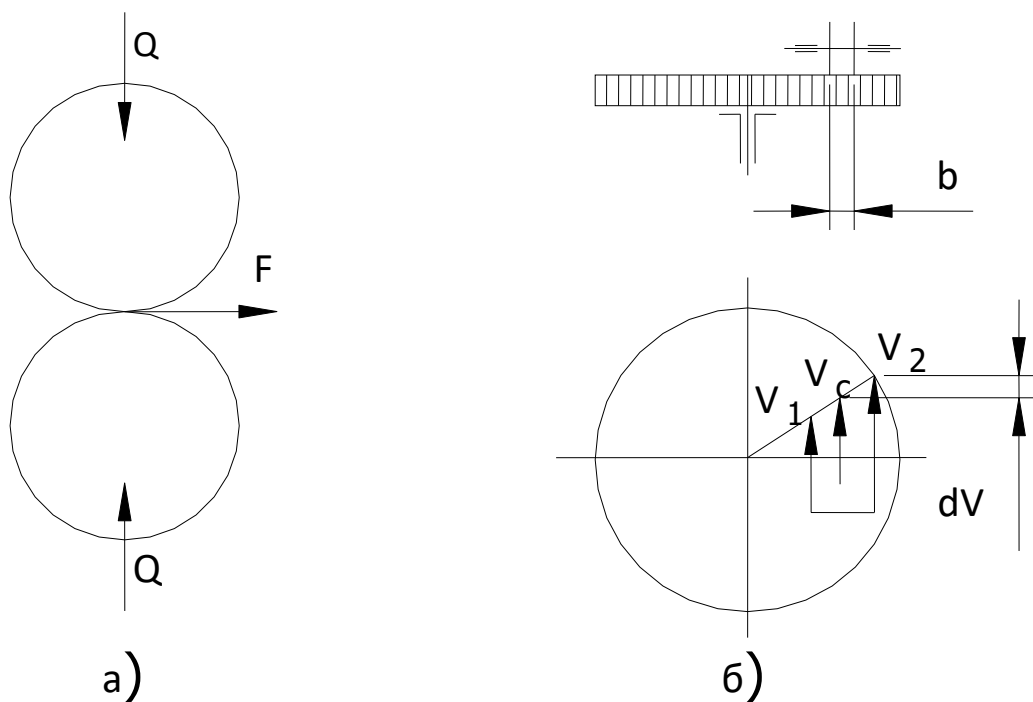


Рисунок 2.2. Схема розрахунку фрикційної передачі

Значення коефіцієнта тертя між ланками фрикційного варіатора в середньому знаходяться в межах:

- сталь або чавун по азбесту або шкірі (ферродо) насухо $f = 0,3$;
- сталь або чавун по азбесту або шкірі (ферродо) в мастилі $f = 0,1$;
- сталь або чавун по сталі або чавуну насухо $f = 0,15$;
- сталь або чавун по сталі або чавуну в мастилі $f = 0,07$.

Підставивши ці значення в рівняння, можна переконатися, що сила, яку використовують для притискання фрикційних котків, набагато більша, ніж сила, яка передається зачепленням передачі.

Крім пружного ковзання котків, яке виникає так само, як і в пасових передачах, у фрикційних передачах може мати місце ще геометричне ковзання внаслідок різниці швидкостей ведучого і веденого котків по довжині контакту b ланок передачі (рис. 2.2 б).

Геометричне ковзання не дозволяє катки робити широкими, внаслідок чого в передачі виникають великі контактні напруги, що обмежують потужність, що передається.

Фрикційні варіатори поділяються на два основних типи:

а) тільки один із радіусів контакту зазнає змін, у той час як інший залишається постійним;

б) складні, в яких змінюються оба радіуса.

В простих фрикційних варіаторах передаточне число визначається за наступною формулою:

$$i_{\max} = \frac{R_{\max}}{R_0}; \quad i_{\min} = \frac{R_{\min}}{R_0}. \quad (2.6)$$

Діапазон регулювання простого фрикційного варіатора визначається за формулою:

$$D = \frac{R_{\max}}{R_{\min}} = \frac{i_{\max}}{i_{\min}}. \quad (2.7)$$

В складних фрикційних варіаторах передаточне число визначається за наступною формулою:

$$i_{\max} = \frac{R_{\max}}{R_{\min}}; \quad i_{\min} = \frac{R_{\min}}{R_{\max}}. \quad (2.8)$$

Діапазон регулювання складного фрикційного варіатора визначається за формулою

$$D = \frac{i_{\max}}{i_{\min}} = \frac{\frac{R_{\max}}{R_{\min}}}{\frac{R_{\min}}{R_{\max}}} = \left(\frac{R_{\max}}{R_{\min}} \right)^2 = i^2 \quad (2.9)$$

У складних варіаторах передаткове відношення може бути більше одиниці ($i > 1$), менше одиниці ($i < 1$) або дорівнювати одиниці ($i = 1$).

Діапазон регулювання становить квадрат максимального передавального відношення, що значно розширює можливості використання складних варіаторів.

Умови для розрахунку фрикційних передач або варіаторів. Розрахунок проводиться за контактною міцністю робочих поверхонь фрикційних ланок (визначається b довжина контактних ліній передачі).

Для лінійного контакту визначається напруження контакту за наступною формулою:

$$\sigma_{\kappa} = 0,418 \sqrt{\frac{q_p E}{\rho_{np}}} \leq [\sigma]_{\kappa} \quad (2.10)$$

Розрахункове розподілене навантаження визначається за формулою:

$$q_p = \frac{Q}{b} \quad (2.11)$$

де Q – сила притискання по нормалі до лінії контакту ланок передачі;

Приведений модуль пружності матеріалів ланок фрикційної передачі визначається за формулою:

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} \quad (2.12)$$

Приведена кривизна ланок фрикційної передачі:

$$\frac{1}{\rho_{np}} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2} \quad (2.13)$$

де ρ_1 и ρ_2 – радиуси кривизни ланок по нормалі до лінії контакту.

Висновки по розділу

Перспективним варіантом заміни механічної коробки передач і коробки «автомат» на транспортних засобах є використання торових фрикційних варіаторів. Їх переваги в компактності, управлінні положенням обох рядів роликів за допомогою одного механізму. Основним завданням в конструюванні або виборі полягає в оптимізації кінематичних і геометричних параметрів, яка може забезпечити мінімальну масу і максимальний коефіцієнт корисної дії (ккд) такого типу коробки передач транспортного засобу. Проте в порівнянні з зубчастими передачами значення ккд даного типу передачі виявляється значно меншим але існує багато інших переваг даної передачі.

РОЗДІЛ 3. Визначення мети, методів та параметрів експериментальних досліджень роботи

3.1. Мета та методика експериментальних досліджень

Ефективне використання передач силових трансмісій залежить від численних факторів, зокрема від енергетичних характеристик. Використання торового фрикційного варіатора в цьому випадку не викликає сумніву з точки зору літрової потужності (з можливістю компонування в межах механічного аналогу). Однак необхідно врахувати певні корективи, враховуючи потребу забезпечення відповідних геометричних параметрів компоновки трансмісії транспортного засобу.

Технологічні характеристики фрикційної передачі суттєво впливають на виробництво трансмісії транспортного засобу і визначають її конструктивну якість.

Для досягнення оптимальної ефективності роботи трансмісії транспортного засобу необхідно ретельно розглядати конструкційні особливості. Основним кінематичним показником у процесі конструювання і експлуатації є потужність і частота обертання ведучого вала фрикційної передачі. Інші параметри передачі, такі як матеріал, з якого виготовлено елементи передачі, передаточне число і конструктивні особливості, також мають суттєвий вплив на її роботу і геометричні параметри.

Мета проведення експериментальних досліджень полягає в перевірці вірогідності теоретичних досліджень та уточненні математичного опису взаємозв'язку параметрів конструкції та режиму роботи фрикційної передачі з технологічними характеристиками виготовлення її елементів конструкції.

Програма експериментальних досліджень створена відповідно до поставлених раніше завдань оптимізації для безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів невеликої потужності. Вона включає наступні етапи досліджень:

- розробка методики розрахунку безступінчатої фрикційної передачі

транспортних засобів невеликої потужності в даному випадку торового варіатора;

- оптимізація конструкційно-технологічних параметрів безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів невеликої потужності передбачає визначення найефективніших характеристик системи та проведення статистичної обробки результатів математичних експериментів. Це включає аналіз та побудову відповідних залежностей, що враховують різноманітні параметри для досягнення оптимальної функціональності транспортних засобів;

- проведення порівняльного аналізу теоретичних досліджень та існуючих коробок передач транспортних засобів.

3.2 Визначення конструкційних параметрів фрикційної передачі

На підставі аналітичних та теоретичних досліджень можливо зробити висновок, що конструкційні параметри передачі залежить від потужності яку передає передача, частота обертання первинного вала, передаточне число та характеристики матеріалу з якого виготовлено колеса передачі. Основною геометричною характеристикою передачі є умовна міжосьова відстань, яка залежить від перерахованих факторів:

$$a = f(P, n, U, \sigma). \quad (3.1)$$

Опис фрикційної передачі і методика її розрахунку.

На рисунку 3.1 показана принципова схема фрикційної передачі в даному випадку фрикційний торового варіатора, а зона контакту ланок (коліс) передачі на рисунку 3.2.

Торовий варіатор, зображений на рисунку 1, складається з трьох ланок: ланки 9 (колеса) I, що веде; проміжної ланки (колеса) 3; та веденої ланки (колеса) 2. Ланка (колеса) I, яка веде, представлена у вигляді вала, на якому розташований торовий коток-чашка Ч1. Проміжна ланка (колеса) 3 має форму торової тарілки, яка пов'язана обертовою парою з віссю III. Ведена ланка

(колеса) 2 має форму вала II, на якому розміщений торовий коток-чашка Ч2. Торова тарілка 3 натискана силою F_n до торових поверхонь котків-чашок Ч1 і Ч2, діаметри яких дорівнюють d . Ланки 1 і 2 утворюють обертові пари з основою 4. Між собою ланки 1, 2, 3 утворюють вищі кінематичні пари. Вісь III з'єднана з основою 4 за допомогою шарніра O , який дозволяє обертати тарілку на кут α , задавши діаметри дотику тарілок 1 (d) і 2 (d) до торових котків. Це забезпечує плавне змінювання передавального відношення від вала I до вала II.

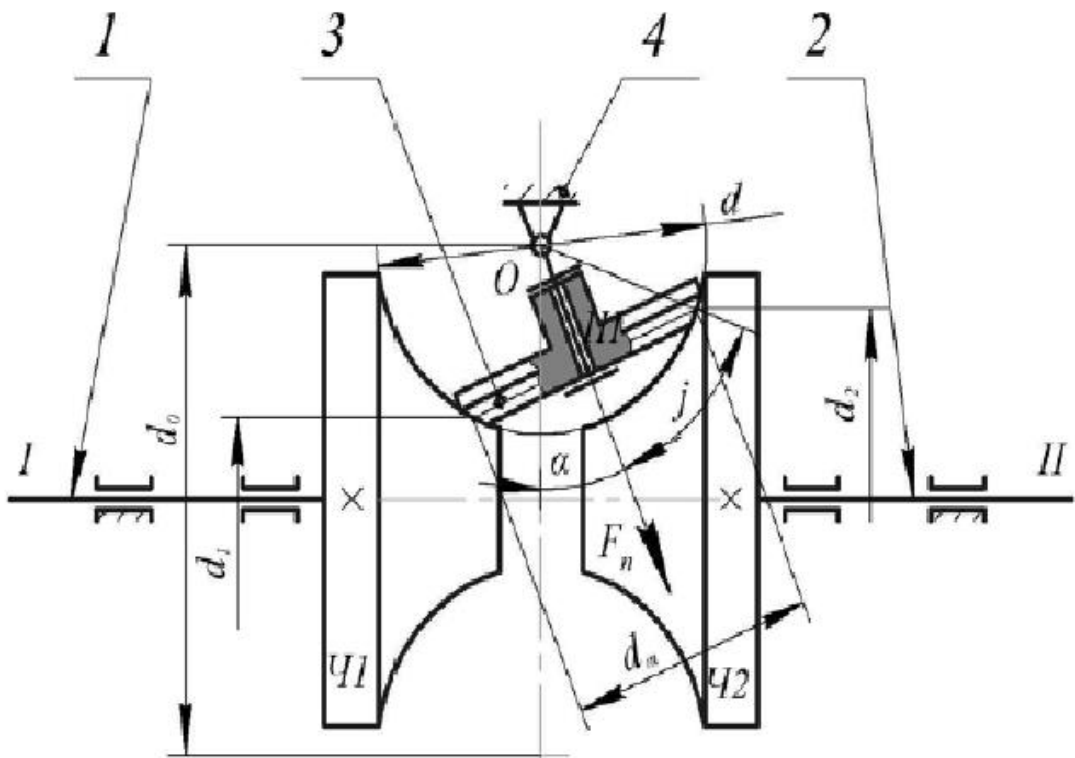


Рисунок. 3.1. Схема фрикційного торового варіатора

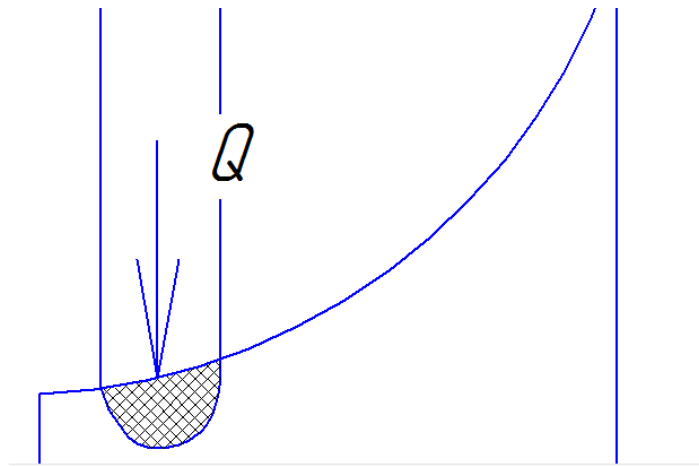


Рисунок. 3.2. Схема зони контакту коліс передачі

Таким чином, запропонована модернізація трансмісії транспортного засобу малої потужності уможлиблює підвищення ефективної і плавної роботи транспортного засобу під час експлуатації.

Розрахунок фрикційної передачі найкраще виконувати за наступним алгоритмом:

1. Вибираємо матеріали ланок (коліс) передачі.

За основу приймаємо матеріали коліс і записуємо їх характеристику:

ведучого колеса – сталь ШХ15 з модулем пружності $E_1=2,15 \cdot 10^5$ МПа і контактним напруженням $[\sigma_{нов}] = 500$ МПа;

веденого колеса - сталь 45 з модулем пружності $E_2=2,15 \cdot 10^5$ МПа, для якої допустиме контактне напруження $[\sigma_{нов}] = 500$ МПа.

2. Визначаємо приведений модуль пружності матеріалів коліс за формулою:

$$E_{np} = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}, \quad (3.2)$$

3. Вибираємо коефіцієнт запасу зчеплення коліс передачі $\beta = 1,1 \dots 2,0$.

4. В залежності від матеріалу, вибираємо коефіцієнт тертя коліс передачі, залежить від матеріалу $f=0,1$.

5. Вибираємо коефіцієнт відносної ширини коліс залежно від їх кріплення в опорах $\psi=0,2$.

6. За формулою (3.3), визначаємо міжосьову відстань передачі:

$$a \geq (U \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{0,418}{[\sigma_{нов}]}\right)^2 \frac{\beta P_1 E_{np}}{\psi f \omega_1 U}}. \quad \text{мм.} \quad (3.3)$$

7. Визначаємо діаметри ведучої та веденої ланок (коліс), використовуючи формулами (3.4, 3.5):

$$d_1 = \frac{2a}{U \pm 1}; \quad \text{мм} \quad (3.4)$$

$$d_2 = d_1 U. \quad \text{мм.} \quad (3.5)$$

8. Знаходимо ширину контакту коліс за наступною формулою:

$$b = \psi a_{\text{мм.}} \quad (3.6)$$

9. Необхідне зусилля притискання ланок (колес), визначаємо використовуючи формулу(3.7):

$$Q = \frac{\beta F}{f} = \frac{2\beta T_1}{d_1 f} = \frac{2\beta P_1}{d_1 \omega_1 f} \text{ Н.} \quad (3.7)$$

10. Визначаємо навантаження на вали торової фрикційної передачі за формулою:

$$Q_e = R = F \sqrt{1 + \left(\frac{\beta}{f}\right)^2} \text{ Н,} \quad (3.8)$$

де

$$F = \frac{2P_1}{d_1 \omega_1} \text{ Н.} \quad (3.9)$$

У експериментально розробленій програмі передбачено внесення змін до кінематичних та міцнісних характеристик фрикційного торового варіатора. Це зроблено для вивчення впливу цих параметрів на загальні геометричні показники передачі. Для проведення аналізу ми використаємо математичне середовище *Mathcad* для виконання аналітичних розрахунків і їх дослідження.

3.3. Аналітичне дослідження фрикційного торового варіатора

Визначення геометричних розмірів передачі залежно від потужності транспортного засобу P приймаємо в межах 10 ... 40 кВт.

Користуючись залежностями 3.2 – 3.9 отримуємо графік (рис 3.3) залежності умовної міжосьової відстані тобто геометричних параметрів передачі від потужності транспортного засобу.

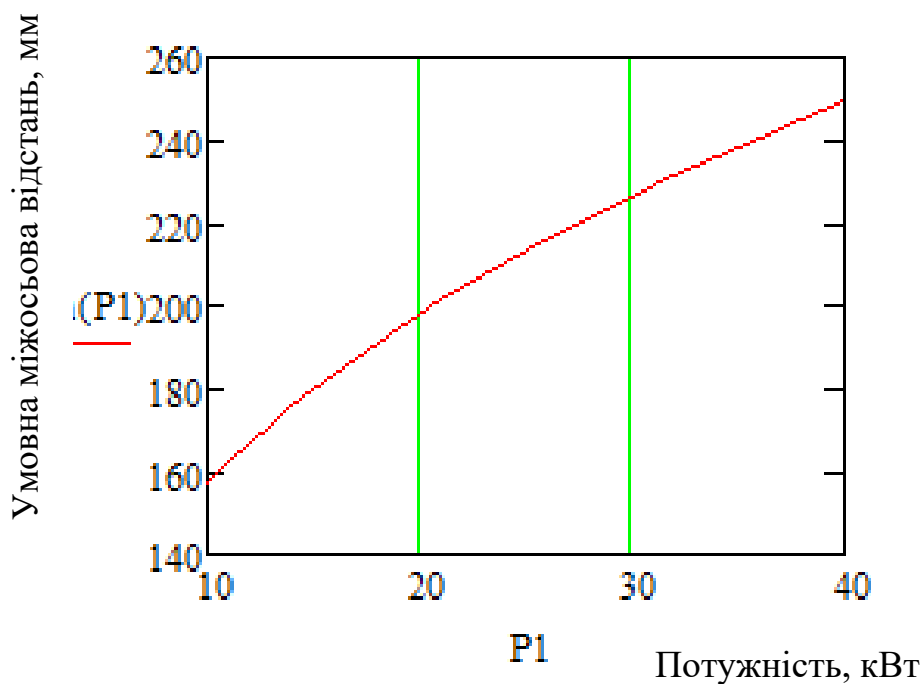


Рис. 3.3. Графік залежності геометричних параметрів передачі від потужності транспортного засобу.

Умовна міжосьова відстань визначається в математичному середовищі *Mathcad* за формулою:

$$a(P1) := (U + 1) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{0.418}{\sigma_{\text{двиг}}}\right)^2 \cdot \frac{\beta \cdot P1 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot E_i \delta}{\psi \cdot f \cdot \omega_1 \cdot U \cdot z}}$$

Значення:

a(P1) =

157.059
162.129
166.9
171.413
175.7
179.787
183.697
187.447
191.053
194.527
197.882
201.126
204.269
207.318
210.281
...

З графіка рис. 3.3. бачимо, що підбором необхідної потужності можна визначити геометричні параметри передачі під час конструювання і компоновки транспортного засобу малої потужності. Так за потужності 40 кВт габаритні розміри передачі без корпусу будуть в межах 250 мм, що є конструктивно допустимим для коробок передач таких транспортних засобів.

За допомогою створеного алгоритму розрахунку можемо визначити як інші характеристики передачі впливають на геометричні її розміри і можливість використання в трансмісії транспортного засобу.

Оцінимо вплив матеріалу з якого виготовлено колеса передачі на її геометричні розміри рисунок 3.4. Умовна міжосьова відстань визначається в математичному середовищі *Mathcad*:

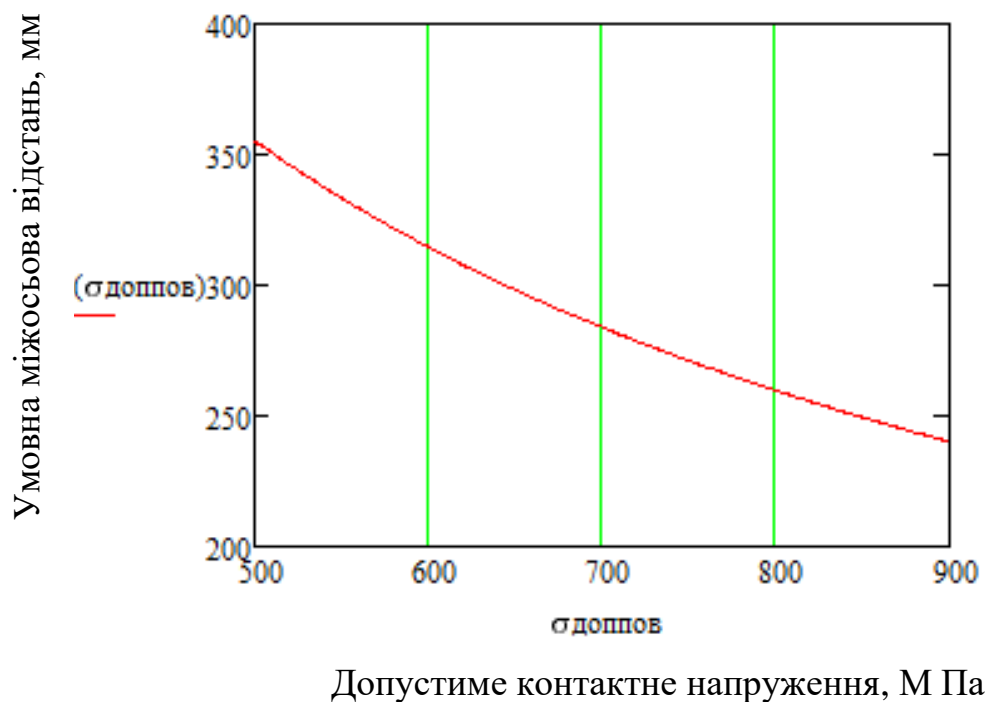


Рис. 3.4. Графік залежності геометричних параметрів передачі від матеріалу коліс.

З графіка рисунок 3.4. видно, що підбором матеріалів з яких виготовляються колеса можна забезпечити необхідні геометричні розміри передачі. За потужності транспортного засобу 40кВт і допустимого контактного

напруження 900МПа умовна міжосьова відстань буде в меншою за 250 мм, за допустимого контактного напруження 500МПа буде більшою за 350 мм.

Оцінимо вплив кутової швидкості двигуна на її геометричні параметри рисунок 3.5. Умовна міжосьова відстань залежно від кутової швидкості вала двигуна визначається в математичному середовищі *Mathcad*:

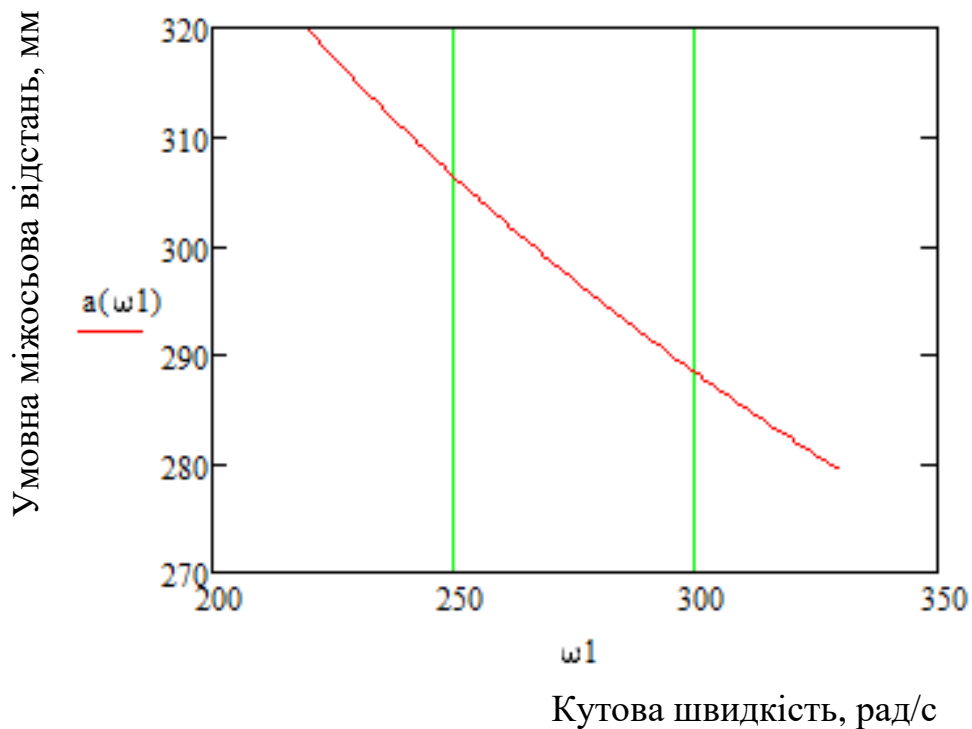


Рис. 3.5. Графік залежності геометричних параметрів передачі від кутової швидкості вала двигуна.

З графіка (рис. 3.5) можемо зробити наступні висновки, що зі збільшенням кутової швидкості вала двигуна геометричні параметри варіатора зменшуються. Тому доцільно для даного типу передачі використовувати високооборотні двигуни.

Визначимо вплив передаточного числа на її геометричні параметри передачі рисунок 3.6. Умовна міжосьова відстань залежно від передаточного числа визначається в математичному середовищі *Mathcad*.

З графіка (рис. 3.6) бачимо, що умовна міжосьова відстань залежно від передаточного числа має лінійну залежність. З збільшенням передаточного

числа геометричні параметри передачі також збільшуються, відповідно веденого колеса.

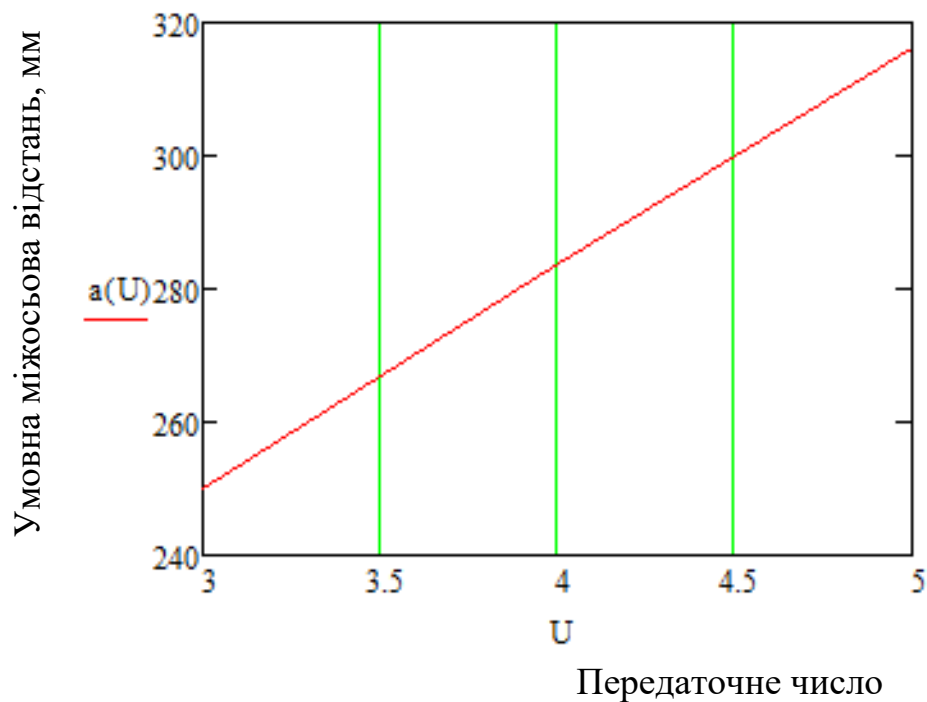


Рис. 3.6. Графік залежності геометричних параметрів передачі від передаточного числа.

Отримані графіки залежності геометричних параметрів передачі від потужності яку передає передача, частота обертання первинного вала, передаточного числа та характеристики матеріалу з якого виготовлено колеса передачі, дають можливість оцінити доцільність використання даної передачі для транспортних засобів малої потужності.

Висновки до розділу

Отримані результати підтверджують, що застосування безступеневої передачі за потужності 40 кВт забезпечить габаритні розміри передачі без корпусу будуть в межах 250 мм, що є конструктивно допустимим для коробок передач таких транспортних засобів. За потужності транспортного засобу 40кВт і допустимого контактного напруження 900МПа умовна міжосьова

відстань буде в меншою за 250 мм, за допустимого контактного напруження 500МПа буде більшою за 350 мм. Тому для даного типу передач використовують матеріали з великим допустимим контактним напруженням. Також, із збільшенням кутової швидкості вала двигуна (ведучого вала передачі) геометричні параметри варіатора зменшуються. Тому доцільно для даного типу передачі використовувати високооборотні двигуни.

Застосування відповідної методики розрахунку і дослідження є важливим етапом у проектуванні торових варіаторів для транспортних засобів малої потужності. Торові варіатори є компонентами трансмісійних систем, які дозволяють ефективно регулювати оберти та крутний момент двигуна, підвищуючи при цьому плавність руху та покращуючи показники паливної ефективності.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1. Обґрунтування можливих чинників травмонебезпечних ситуацій під час ТО і ремонту автомобілів

До роботи слюсарем з ремонту автомобілів допускаються особи не молодше 18-ти років, які пройшли відповідне навчання та визнані придатними для цієї роботи медичною комісією.

Слюсар, що приймається на роботу, повинен пройти вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, прийомів та способів надання долікарської допомоги потерпілим, бути ознайомлений під розписку з умовами праці, правами та пільгами за роботу в шкідливих та небезпечних умовах праці, про правила поведінки при виникненні аварій.

Слюсар з ремонту автомобілів повинен пройти до початку роботи первинний інструктаж з безпечних прийомів - виконання робіт безпосередньо на робочому місці. Про проведення вступного інструктажу та інструктажу на робочому місці робляться відповідні записи в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

Працівник після первинного інструктажу на робочому місці має протягом 2-15 змін (залежно від стажу, досвіду і характеру роботи) пройти стажування під керівництвом досвідченого кваліфікованого слюсаря з ремонту автомобілів, який призначається наказом (розпорядженням) по підприємству.

Позаплановий інструктаж з правил та прийомів безпечного ведення роботи і охорони праці працівник повинен проходити:

– періодично, не рідше одного разу у квартал; при незадовільних знаннях з охорони праці не пізніше місячного строку;

– у зв'язку з допущеним випадком травматизму або порушенням вимог охорони праці, що не призвело до травми.

Для слюсаря з ремонту автомобілів передбачений такий спецодяг та засоби індивідуального захисту: костюм віскозно-лавсановий, рукавиці

комбіновані; при роботі з етильованим бензином додатково: фартух прогумований, рукавичні гумові; на зовнішніх роботах взимку додатково: куртка бавовняна на утепленій прокладці, брюки бавовняні на утепленій прокладці.

При роботі слюсаря з ремонту автомобілів на працюючого можуть впливати наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі частини машин і механізмів;
- електричний струм при замиканні його на корпус устаткування;
- підвищена загазованість повітря;
- фактори мікроклімату, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам.

Слюсар повинен вміти:

- Правильно користуватись первинними засобами пожежогасіння;
- Надавати першу (долікарську) допомогу при: кровотечах, переломах, опіках, ураженні електричним струмом, отруєннях;

Для запобігання пожежі і можливості вибуху виконуйте такі правила:

- забороняється курити і користуватися відкритим вогнем поблизу місць стоянки автомобілів і збереження горючих речовин.
- курити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях, недопалки слід викидати в металеві ящики для недопалків;
- у виробничих приміщеннях заборонено зберігання легкозаймистих (бензин, дизельне паливо) і вибухових речовин, балонів з газом.

Виконувати дозволяється тільки ту роботу, яка доручена майстром. Забороняється впускати автомобіль на ремонт, на підйомники, вантажопідйомні механізми без дозволу. При виявленні несправності обладнання, пристосувань та інструментів, необхідно повідомити майстра.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Переконайтесь у тому, що робоче місце не захаращене сторонніми предметами, прибране і добре освітлене, на підлозі і на робочих майданчиках немає слизьких ділянок.

Одягніть спецодяг, застебніть його на всі гудзики, волосся приберіть під головний убір. Працювати в легкому взутті (сандалях, кедах та ін.) заборонено.

Підготуйте до роботи інструмент, пристосування.

Переконайтесь в тому, що інструмент відповідає наступним вимогам:

– молотки повинні бути насажені на рукоятки овального перетину, які виготовлені з деревини твердої породи і закріплені металевими клинками;

– гайкові ключі повинні бути справними і відповідати розмірам болтів і гайок. Нарощувати ручку ключа (збільшувати) сторонніми предметами забороняється;

– ізоляція в проводі електроінструмента не повинна мати пошкоджень.

У приміщенні має бути аптечка з необхідним набором медикаментів для надання першої (долікарської) допомоги потерпілому.

Робоче місце та проходи до нього повинні бути добре освітлені (згідно з санітарними нормами і правилами).

Вимоги безпеки під час роботи.

Ремонт або обслуговування автомобіля дозволяється виконувати якщо автомобіль загальмований ручним гальмом, ввімкнена нижча передача, вимкнене запалювання, а на автомобілі з дизельним двигуном перекрита подача палива, на рульове колесо вивішена табличка з написом «Двигун не запускати - працюють люди», а під колеса встановлено не менше двох проти відкотних клинів.

При підніманні автомобіля домкратом, останній необхідно встановлювати на рівну тверду поверхню без перекосів, попередньо підклавши під не зняті колеса проти відкотні клини. Якщо не вистачає висоти підйому домкрата, під домкрат дозволяється підкласти дошку; забороняється підкладати під домкрат випадкові предмети - цеглу, каміння, колісні диски та інше. Під час піднімання автомобіля домкратом необхідно слідкувати за тим, щоб не допустити перекосу (нахилу) домкрата, що може призвести до падіння автомобіля.

При зніманні колеса, під виважений автомобіль необхідно встановити підставки-козлики.

Перед підніманням автомобіля на підйомнику необхідно переконатися у відсутності поблизу людей і в тому, що автомобіль встановлений на підйомник правильно і без перекосів. Після піднімання автомобіля, на механізм керування підйомником вивісити плакат - «Підйомник не включати - працюють люди», а для попередження самовільного опускання підйомника встановити штир-обмежувач.

Роботи на висоті (понад 1,5м) необхідно виконувати з стійких підставок або драбин-стрем'янок, попередньо вдягнувши захисну каску.

Забороняється ремонтувати і обслуговувати автомобіль, який вивішений на тросі вантажопідйомного механізму.

Перед зніманням ресор їх необхідно розвантажити від ваги автомобіля, встановивши під раму підставки-козлики. При встановленні ресори, суміщення вушка з сергою необхідно перевіряти за допомогою конусної оправки, перевіряти співвісність пальцем заборонено.

Знімання, транспортування і встановлення важких агрегатів і деталей двигуна, коробки передач, переднього і заднього мостів виконувати за допомогою вантажопідіймальних зйомників і пристроїв, які забезпечують повну безпеку робіт.

Забороняється виконувати роботи по ремонту і обслуговуванню автомобіля з працюючим двигуном (за винятком окремих випадків - діагностика та регулювання двигуна).

Під час заїзду автомобіля в бокс, на місце ремонту, або при виїзді, необхідно уважно стежити за автомобілем і не знаходитись в небезпечній зоні - між двома автомобілями, в зоні воріт, щоб не допустити затискання і наїзду автомобілем.

При поставленні на місце ремонту несправного автомобіля на жорсткому зчепленні, перед тим, як розчіплювати автомобілі, необхідно вжити заходи по

недопущенню самовільного руху несправного автомобіля, підклавши під колеса не менше двох проти відкотних клинів.

Забороняється знаходитись в оглядовій канаві під час заїзду або виїзду автомобіля.

При роботі з ручним електроінструментом, гайковертом, шліфувальною машинкою, необхідно дотримуватись інструкції з охорони праці для працюючих з електроінструментом.

При огляданні затемнених місць для освітлення необхідно використовувати переносні світильники напругою не більше 42В з запобіжною сіткою. В оглядових канавах переносні світильники повинні бути напругою не вище 12В. Використовувати переносні світильники напругою 220В забороняється.

При рубанні зубилом, керніні, вибиванні будь-яких деталей та інших подібних роботах необхідно користуватися захисними окулярами. Інструмент ударної дії (зубило, керн, виколотки, просічки) повинні мати рівну тильну частину без тріщин, задирок і скосів.

Забороняється огляд і ремонт автомобіля в оглядовій канаві без захисних окулярів.

Забороняється запускати двигун, заїжджати (виїжджати), переганяти автомобіль в інше місце - ці роботи повинен виконувати водій даного автомобіля, або водій - перегонник.

При роботі поблизу оглядової канави, переході через оглядову канаву необхідно використовувати спеціальні трапи-містки, бути уважним, щоб не допустити падіння в оглядову каналу.

Перед виконанням робіт під піднятою кабіною (автомобілів з відкидними кабінами), а також під піднятим капотом необхідно переконатися в надійності фіксування кабіни (капоту) в піднятому, положенні. Перед опусканням (закриванням) відкидної кабіни (капоту) необхідно переконатися у відсутності під ним людей.

Перед вмиканням будь-якого механічного обладнання (кран-балки, підйомника, гайковерта) необхідно переконатися у відсутності небезпеки для оточуючих (працюючих) людей, яка може виникнути від пуску і роботи цього обладнання.

Працювати на точильному верстаті без використання захисного екрану або захисних окулярів забороняється. Слідкувати за тим, щоб зазор між абразивним кругом і упором був не більше 3 мм, а сам упор був закріплений; оброблювану деталь підводити до круга плавно, притискаючи її до упору.

При відкручуванні (закручуванні) болтів, гайок гайковим ключем необхідно його правильно підібрати по розміру болта (гайки) і уважно слідкувати за зусиллям, яке прикладається до ключа, щоб не допустити зривання (злизування) гранок і удару рукою об частини автомобіля.

Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Вимкнути все електроустаткування, протерти підлогу, оглядову канаву від мастильних матеріалів і бруду ганчірками або тирсою і викинути їх у спеціально призначений металевий ящик.

Поскладати акуратно на стелажі або підлозі деталі і вузли, зняті з автомобіля, поскладати в шухляди інструмент і пристосування.

Повідомити майстра про виконану роботу, несправності в обладнанні і устаткуванні, які мали місце в процесі роботи.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

При виникненні пожежі на автомобілі або займанні електропроводки необхідно негайно вимкнути акумуляторну батарею вимикачем маси (або перерубати кабель, що з'єднує акумуляторну батарею з «масою» автомобіля) і негайно розпочати гасіння пожежі.

При займанні електрообладнання, проводки, обшивки салону, сидінь - слід використовувати любий з вогнегасників:

- вуглекислотний (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8);
- вуглекислотно-бромтиловий (ВВБ-3, ВВБ-7);
- порошковий (ОП).

Для гасіння палаючого бензину або інших легкозаймистих речовин, слід використовувати тільки: порошок, хімічний, пінний, вуглекислотоброметоловий вогнегасники або пісок. Використовувати воду для гасіння палаючого бензину не дозволяється, з метою запобігання розповсюдження вогню разом з розтікаючою водою.

Якщо автомобіль, на якому сталося займання, знаходиться в цеху, боксі або поблизу інших автомобілів і є можливість розповсюдження вогню, необхідно за допомогою іншого автомобіля і буксирувального тросу, витягнути палаючий автомобіль з цеху (боксу) від інших автомобілів в безпечне місце.

Відразу ж після займання необхідно викликати пожежну допомогу за номером 101 і повідомити керівника.

При ураженні електричним струмом першочергово необхідно звільнити потерпілого від дії струму шляхом швидкого вимкнення електроустаткування, до якого доторкається потерпілий, найближчим вимикачем, рубильником або іншим вимикаючим апаратом.

При неможливості швидкого вимкнення напруги необхідно відділити потерпілого від струмоведучих частин, до яких він дотикається, одним з таких способів:

- сухою дошкою або палкою відкинути дріт (кабель) від потерпілого;
- при напрузі до 1000В потерпілого можна відтягнути за його одяг, якщо він сухий, при цьому не можна дотикатися тіла потерпілого, його взуття, оточуючих металевих предметів.
- перерубати провід сокирою або лопатою з сухим дерев'яним держакком.

Можна також ізолювати руки діелектричними рукавицями або обмотати їх сухою ганчіркою, шарфом і т.д.

Потерпілого після звільнення його від дії струму слід покласти на підстилку і забезпечити повний спокій, після чого негайно викликати лікаря і швидку медичну допомогу.

4.2. Умови і обставини виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідки

Процес роботи кран-балки є послідовністю операцій зачеплення, піднімання, переміщення і опускання вантажу. Кожен з цих процесів містить свої небезпечні фактори, які можуть негативно вплинути на життя та здоров'я працівників при недотриманні правил техніки безпеки.

Під час роботи кран-балки виникають такі небезпечні фактори як механічний та враження електричним струмом.

До механічних факторів виникнення небезпечних ситуацій належать машини, механізми і вантаж, що розташовані або переміщуються мостовим краном. До них також відносять електоталь і вантажозахватні пристрої. Небезпечні зони повинні бути недоступні для випадкового попадання в них людей, тобто огорожені та захищені спеціальним захисним обладнанням.

Ураження електричним струмом виникають в результаті несправностей в електричних системах, або під час неправильної експлуатації електричних пристроїв. Для запобігання цьому необхідно вчасно проводити перевірки стану електрообладнання та заземлення.

Опишемо найбільш ймовірні ситуації, які можуть призвести до тяжких наслідків, пов'язаних з травмуванням обслуговуючого персоналу табл. 4.1.

Таблиця 4.1. - Аналіз процесів формування травмонебезпечних ситуацій

Вид роботи, виробничий підрозділ	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання
	Небезпечна умова НУ	Небезпечна дія НД	Небезпечна ситуація НС		
1	2	3	4	5	6
Експлуатація кран-балки.	НУ ₁ – кран-балка не-обладнана звуковим сигналом переміщення вантажу;	НД ₁ – працюючий перебуває в зоні дії кран-балки;	НС – падіння вантажу або частин машини на працівника.	Т – травма; А – аварія.	Розробка і впровадження захисних пристроїв згідно вимог охорони праці.

Блок-схема	<p>НУ₂ – несправний звуковий сигнал переміщення вантажу.</p> <p>НУ₁ →</p> <p>НУ₂ →</p>	<p>НД₂ →</p>	<p>НС →</p>	<p>Т</p>	
<p>Піднімання вантажу</p> <p>Кран-балка</p> <p>Блок-схема</p>	<p>НУ – гакова підвіска не обладнана механізмом фіксації вантажу</p> <p>НУ →</p>	<p>НД₁ – перебування біля гакової підвіски крана;</p> <p>НД₂ – обслуговування гакової підвіски кран-балки</p> <p>НД₁ →</p> <p>НД₂ →</p>	<p>НС₁ – попадання оператора в зону переміщення вантажу;</p> <p>НС₂ – падіння вантажу.</p> <p>НС₁ → НС₂ →</p>	<p>Т</p> <p>А</p> <p>Т</p>	<p>Організувати контроль безпеки машини перед роботою; проводити інструктажі з техніки безпеки</p>
Ремонт агрегатів кран-балки	<p>НУ – агрегати необладнані захисними, обгороджуючими пристроями і попереджувальними знаками</p> <p>НУ →</p>	<p>НД – ввімкнення агрегатів в роботу без попередження</p> <p>НД →</p>	<p>НС – нанесення травми оператору або працівникові</p> <p>НС →</p>	<p>Т – Травма.</p> <p>Т</p>	<p>Розробити захисні конструкції, проводити інструктажі з техніки безпеки</p>

В процесі роботи кран-балки можуть виникати травмонебезпечні та аварійні ситуації, аналіз їх дає змогу розробити заходи запобігання.

4.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

На території підприємства можливе виникнення небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного та метеорологічного походження. До них належать повені, затоплення, землетруси та зсувні процеси, пожежі, великі снігопади та ожеледі, урагани, смерчі та шквальні вітри тощо.

Стихійні лиха виникають раптово і носять надзвичайний характер. Вони можуть руйнувати будівлі, споруди, знищують цінності, порушують процес

виробництва, з викликом загибелі людей. Стихійні явища, як правило, виникають у комплексі, що значно посилює їх негативний вплив. Небезпечні природні явища, в основному, визначаються проявом трьох головних груп факторів - ендогенних, екзогенних та гідрометеорологічних процесів.

До стихійних лих, які можуть відбуватись у регіоні Львівщини, належать: землетруси, пожежі, буревії – сильні вітри, зсуви.

У Львові спостерігали осередки землетрусів з інтенсивністю 3 – 5 балів за шкалою Ріхтера.

Для населення Львівщини значно більшу небезпеку можуть мати хімічно небезпечні об'єкти. Причинами аварій і катастроф на таких об'єктах є: перевищення нормативних запасів сильнодіючих отруєних речовин, порушення правил транспортування і зберігання, невиконання вимог техніки безпеки при роботі з ними.

Природні небезпеки

Землетрус. *Фактори небезпеки землетрусів:* руйнування будівельних конструкцій будинків та споруд; руйнування на потенційно небезпечних об'єктах, нафто- та газопроводах; утворення завалів; руйнування систем життєзабезпечення та розлами земної кори. Додатковою небезпекою є повторні поштовхи.

Дії під час землетрусу: зберігайте спокій, уникайте паніки; дійте негайно, як тільки відчуєте коливання ґрунту або споруди, головна небезпека, яка вам загрожує - це предмети і уламки, що падають; швидко залишіть будинок та відійдіть від нього на відкрите місце, якщо ви знаходитесь на першому - другому поверсі; негайно перейдіть у більш безпечне місце, якщо ви знаходитесь у приміщенні.

Повінь, паводок. *Фактори небезпеки повеней та паводків:* руйнування будинків та будівель, мостів; розмив залізничних та автомобільних шляхів; аварій на інженерних мережах; знищення посівів; жертви серед населення та загибель тварин. Внаслідок повені, паводку починається просідання будинків та землі, виникають зсуви та обвали.

Дії в зоні раптового затоплення під час повені, паводка: зберігайте спокій, уникайте паніки; швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти та інші необхідні речі; надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу; по можливості негайно залишіть зону затоплення.

Техногенні небезпеки

Радон у питній воді, нітрати і нітроти. Радон є радіоактивним елементом, який виникає при розпаді природного урану або торію. Радон знаходиться також у сигаретному диму і в питній воді. У воді радон представляє двояку небезпеку. Від вдихання повітря, куди переходить радон з води, особливо у приміщеннях.

Найбільш ефективний спосіб пониження концентрації радону у питній воді – це використання фільтрів на основі активованого вугілля. Також, вентиляція приміщень; не палити у приміщеннях – паління у курців викликає ризик захворювання раком легенів у 10-20 разів вище, ніж у звичайних людей [4].

Висновки до розділу

Під час роботи на станціях технічного обслуговування автотранспорту є висока ймовірність виникнення ситуацій які можуть вплинути на стан здоров'я виконавця робіт. У процесі робіт з використанням машини можливими травмонебезпечними чинниками є: 1) механічне пошкодження рухомими частинами машини; 2) несправність окремих агрегатів машини; 3) невідповідність вимогам техніки безпеки і правилам пожежної безпеки; 4) пожежовибухо небезпека; 5) хімічні шкідливі чинники тощо.

На сьогоднішній час ризик виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру невпинно зростає, тому слід звернути увагу на те, які дії має виконувати цивільне населення при виникненні надзвичайних ситуацій. Тому слід забезпечити створення матеріальної бази захисту з метою захисту населення.

РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність

Розрахунок економічної привабливості нової техніки.

Привабливість нової техніки (винаходу) в економічному вимірі охоплює не лише період експлуатації та виручку, отриману від його використання. Додатково важливими факторами є витрати на розробку та впровадження новацій, ступінь конкурентоспроможності на ринку, а також потенційні переваги, які ця техніка може принести у вигляді оптимізації бізнес-процесів, підвищення продуктивності та здатності відповідати вимогам мінливого ринкового середовища. Також враховується можливість розширення застосування техніки у майбутньому та її вплив на сталість та стійкість економічних процесів в організації. Таким чином, оцінка економічної привабливості новацій включає в себе комплексний аналіз різноманітних аспектів, що враховуються при прийнятті стратегічних рішень.

Використання відомого методу експертної оцінки дозволяє оцінити економічну привабливість технічних рішень, які ще не були впроваджені у виробництво.

Загалом прибуток від використання винаходу визначається шляхом визначення його внеску у загальний прибуток, отриманий під час реалізації продукту чи методу, який включає цей винахід. Цей внесок може визначатися зростанням прибутку після впровадження винаходу у виробництво (завдяки підвищенню вартості, зменшенню витрат чи збільшенню обсягів виробництва).

$$\Delta\Pi = \Pi \times K \quad (5.1)$$

де Π – загальний прибуток, отриманий на підприємстві від використання технічного знаходження у процесі продажу продукції;

$\Delta\Pi$ – частка прибутку від впровадження винаходу;

K – результат множення відомих коефіцієнтів, які використовуються для визначення реальної цінності винаходів

$$K = K1 \times K2 \times K3 \quad (5.2)$$

$K1$ – коефіцієнт досягнутої мети;

$K2$ – коефіцієнт можливості вирішення поставленої технічної задачі;

$K3$ – коефіцієнт новизни в техніці.

Таким чином, відносний прибуток від використання винаходу $\Delta\Pi / \Pi$ визначається, за наступною формулою:

$$\Delta\Pi / \Pi = K1 \times K2 \times K3 \quad (5.3)$$

Числові коефіцієнти, представлені у таблицях 1-3, визначають відносний прибуток у діапазоні від 0,01 до 1. У відсотковому вираженні це від -1% до 100%.

Для визначення показників економічної привабливості винаходу потрібно призначити числові значення коефіцієнтів $K1$, $K2$ і $K3$. Метод виключає можливість завищення частки прибутку від використання винаходу шляхом простої заміни сумарного прибутку від використання технічного об'єкта з використанням винаходу, що було сформовано на підприємстві через реалізацію продукту чи використання методу (іншими словами, заміна $\Delta\Pi$ на Π).

Загальна частина прибутку збільшується тільки у випадку поліпшення споживчих характеристик технічного виробу відповідно до якісних параметрів інновацій, що виражені в використовуваних коефіцієнтах.

Загальна частка прибутку зростає лише у випадку, якщо споживчі властивості об'єкта техніки збільшуються, відповідно до покращень у якісних характеристиках винаходів, виражених у використовуваних коефіцієнтах.

Таблиця 5.1

Коефіцієнти досягнутих результатів в розробці

№ з/п	Досягнутий результат	Значення <i>K1</i>
1	Досягнення встановлених вторинних технічних параметрів, які не визначають основних характеристик конкретного виробу або технологічного процесу	0,2
2	Технічні характеристики, що були досягнуті, підтверджені відповідними документами	0,3
3	Досягнення ключових технічних параметрів, що є визначальними для конкретного виробничого процесу, які мають документальне підтвердження	0,4
4	Документально підтверджені зміни в технічних параметрах продукції, які представляють собою якісний прорив у технологічному процесі	0,6
5	Створення інноваційного виробу (за допомогою технологічного процесу) відзначається високим рівнем технічних характеристик порівняно з іншими відомими продуктами в цьому сегменті	0,8
6	Вперше впроваджена в економіці нова продукція, яка характеризується інноваційними технічними параметрами	1

Таблиця 5.2

Коефіцієнт складності вирішеної технічної задачі в новому виробі

№ з/п	Складність вирішеної поставленої технічної задачі	Значення <i>K2</i>
1	Створення однієї простої деталі може бути представлено як модифікація одного з параметрів у простому процесі, або заміна однієї операції у цьому процесі	0,2

2	Побудова складної або комплексної деталі, удосконалення неосновних вузлів, модифікація механізмів, заміна двох чи більше неосновних параметрів, операцій чи процесів, а також модифікація складових рецептури, яка включає заміну двох чи більше неосновних інгредієнтів та інші подібні технічні та технологічні вдосконалення	0,3
3	Конструкція одного основного вузла чи декількох неосновних вузлів машин, механізмів, складових (неосновних) частин процесів, елементів (неосновних) рецептур та інших складових	0,4
4	Конструкція, структура складається з декількох ключових вузлів, де відбуваються основні процеси технології	0,5
5	Конструкція, структура технічного пристрою або системи, апарату або механізму, включаючи їх компоненти та елементи, а також взаємодію між ними. Це може охоплювати як конструкційні особливості, так і технологічні аспекти, необхідні для виконання певних завдань чи функцій	0,7
6	Складні конструкції, як машини, прилади, верстати, апарати та споруди, характеризуються складною кінематикою, важкою апаратурою контролю, складними радіоелектронними схемами, а також складними конструкціями силових машин, двигунів і агрегатів. Крім того, вони можуть включати складні технологічні процеси, специфічні рецептури та інші аспекти, які вимагають високого рівня технічної експертизи для розробки	0,9
7	Конструкція, структура пристрою, інструмента,	1,1

	механізму чи системи, що включає в себе вдосконалене устаткування, системи автоматичного контролю потоку, нові методи управління та регулювання, а також складні технологічні процеси, рецептури високого рівня складності та інші інноваційні елементи	
8	Технологічні процеси, конструкції та рецептури вищого рівня складності, які переважно належать до передових сфер науки та техніки	1,25

Таблиця 5.3

Коефіцієнт рівня новизни виробу

№ з/п	Рівень новизни виробу	Значення КЗ
1	Винахід, що базується в застосуванні відомих засобів, в тому числі на використання, коли винаходу формула починається зі слів «застосування»	0,25
2	Винахід, який вирізняється новими комбінаціями відомих елементів, або застосовує іншу послідовність операцій чи відмінний відстандартний процентний склад елементів у порівнянні з існуючим рівнем технології	0,3
3	Винахід, що збігається із прототипом за більшістю основних ознак	0,4
4	Винахід, що збігається із прототипом за половиною основних ознак	0,5
5	Винахід, що збігається із прототипом за меншістю основних ознак	0,6
6	Винахід, який має істотні відмінності від основного рівня техніки, відповідно коли винахід реалізує нову задачу або відому задачу принципово іншим методом	0,8

Відносний прибуток від використання запропонованої безступеневої передачі на транспортному засобі малої потужності $\Delta\Pi / \Pi$ визначається, за формулою:

$$\Delta\Pi / \Pi = K1 \times K2 \times K3 = 0,8 \times 0,7 \times 0,8 = 0,448 = 44,8 \%$$

Використання нового продукту, який має відносний прибуток понад 40%, є економічно вигідним. Отже, впровадження запропонованого технічного рішення є економічно привабливою ініціативою.

Висновки до розділу

В контексті аналізу техніко-економічного обґрунтування бачимо, що запропоноване рішення має потенціал стати вигідним із фінансової точки зору. Детальний розгляд методики розрахунку дозволяє підтвердити економічну доцільність та ефективність проекту, відносний прибуток, якого складе 44,8 %, що підкреслює його фінансову вигоду, оскільки використання нового продукту, який має відносний прибуток понад 40%, є економічно вигідним.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено аналіз параметрів безступінчатої фрикційної передачі транспортних засобів малої потужності які впливають на геометричні параметри в процесі проектування транспортних засобів малої потужності.

Встановлено, що перспективним варіантом заміни механічної коробки передач і коробки «автомат» на транспортних засобах є використання торових фрикційних варіаторів. Їх переваги в компактності, управлінні положенням обох рядів роликів за допомогою одного механізму.

Застосування безступеневої передачі за потужності 40 кВт забезпечить габаритні розміри передачі без корпусу будуть в межах 250 мм, що є конструктивно допустимим для коробок передач таких транспортних засобів. За потужності транспортного засобу 40кВт і допустимого контактного напруження 900МПа умовна міжосьова відстань буде в меншою за 250 мм, за допустимого контактного напруження 500МПа геометричні параметри будуть більшими за 350 мм.

Із збільшенням кутової швидкості вала двигуна (ведучого вала передачі) геометричні параметри варіатора зменшуються. Тому доцільно для даного типу передачі використовувати високооборотні двигуни.

Розроблено методику розрахунку і дослідження торових варіаторів для транспортних засобів малої потужності.

Охорона праці, для слюсара-ремонтника є надзвичайно важливою складовою ефективного функціонування робочого процесу. Досягнення оптимальних результатів у ремонтних роботах пов'язано не лише з професійними навичками робітника, але й з дотриманням правил та норм з охорони праці. Для забезпечення безпеки слюсарів-ремонтників на робочому місці, були визначені ключові заходи та принципи.

В контексті аналізу техніко-економічного обґрунтування бачимо, що запропоноване рішення має потенціал стати вигідним із фінансової точки зору. Детальний розгляд методики розрахунку дозволяє підтвердити економічну

доцільність та ефективність проекту, відносний прибуток, якого складе 44,8 %, що підкреслює його фінансову вигоду, оскільки використання нового продукту, який має відносний прибуток понад 40%, є економічно вигідним.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин. – К.: Вища школа, 1993. – 288с.
2. Бутко Д.А., Луценков В.Л., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. – К.: Урожай, 1995. – 144 с.
3. Гряник Т.М. та ін. Охорона праці. – К.: Урожай, 1997. – 272 с.
4. Губський А.І. Цивільна оборона, К: Міністерство освіти, 1996, 216с.
5. ДБН В.1.2–2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014.
6. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. – Львів. : Афіша, 2001. – 236 с.
7. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. – К.: Вища школа, 1993.- 413 с.
8. Кисляков В. Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підр. – 6-те вид. – К., 2006. – 400 с.
9. Кошарний М.Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля. - К.: Вища шк., 1992- 200 с.
10. Маслак О. І. Економіка промислового підприємства навч. посіб. / О. І. Маслак, Л. Д. Воробйова. — К. : ЦУЛ, 2016. — 172 с.
11. Опір матеріалів: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. Рекомендовано МОН / Шваб'юк В. І. — К., 2009. — 380 с.
12. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
13. Погорілець О.М., Погорілець М.О. Основи проектування і розрахунку об'ємного гідропривода: Методичні вказівки. — К.: НАУ, 2000. — 47 с.
14. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / В. В. Попович, В. В. Попович. — Львів: Світ, 2006. — 624 с.

15. Правила пожежної безпеки в Україні / Укр. НДПБ МВС України. – Київ: “Укрархбудінформ”, 1995. – 197 с.
16. Теоретична механіка: Навчальний посібник / Цасюк В. В. — К.: ЦУЛ, 2004. — 402 с.
17. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз та ін.; За ред. М. А. Сологуба. — 2-ге вид., перероб. і допов. — К.: Вища школа, 2002. — 374 с.
18. Основи методології та організації наукових досліджень : навч. Посібник для студентів, курсантів, аспірантів і ад’ютантів ; за ред.. А. Є. Конверського. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 352 с.
19. Стукалець І. Г. Основи інженерного аналізу технічних об’єктів. Курс лекцій для студентів інженерних спеціальностей. Львів : ЛНУП, 2022. – 109 с.