

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра АТМ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

Покращення обслуговування автоматичних коробок перемикання передач в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи – підприємця «Плужник Володимир Миколайович» місто Христинівка шляхом дослідження процесу пробуксовування зчеплень

Керівник роботи к.т.н., доцент

Кужель В. П.

Розробила студентка гр. 1АТ-19м

Оринський І. А.

Вінниця ВНТУ 2020

Мета роботи – покращення обслуговування автоматичних коробок перемикачів передач в умовах станції технічного обслуговування автомобілів шляхом дослідження процесу пробуксовування зчеплень.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- виконати науково-технічне обґрунтування покращення обслуговування автоматичних коробок перемикачів передач в умовах станції технічного обслуговування ФОП «Плужник Володимир Миколайович»;
- провести дослідження показників роботи станції технічного обслуговування та експлуатаційних характеристик сучасних автоматичних коробок перемикачів передач, які обслуговуються на СТО;
- виконати математичне моделювання роботи фрикційних муфт зчеплення роботизованих коробок перемикачів передач з двома зчепленнями;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- провести розрахунок економічної ефективності запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – перехідні процеси в роботизованій коробці перемикання передач з двома зчепленнями при пробуксовуванні фрикційних зчеплень.

Предмет дослідження – паралельна робота зчеплень при перемиканні передач без розриву потоку потужності у трансмісії автомобіля.

Наукова новизна одержаних результатів.

- дістали подальшого розвитку підходи та принципи дослідження експлуатаційних характеристик сучасних автоматичних коробок перемикання передач, розроблені динамічні й математичні моделі з метою дослідження й аналізу роботи зчеплень у роботизованих коробках перемикання передач з метою оптимізації їх параметрів і експлуатаційних характеристик;
- дістали подальшого розвитку методи моделювання режимів роботи й умов пробуксовування зчеплень при перемиканні передач в роботизованій коробці перемикання передач без розриву потоку потужності у трансмісії автомобіля.

Апробація результатів роботи

Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на XIII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Житомир, 26-28 жовтня 2020 року.

Публікації

Проміжні результати досліджень були частково викладенні і опубліковані в наукових працях: Кужель В.П. Аналіз переваг та недоліків сучасних автоматичних коробок перемикач передач / В.П. Кужель, Оринський І.А.// Наукові праці XIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Житомир, 26-28 жовтня 2020 року, Режим доступу: <https://news.ztu.edu.ua/2020/11/hiii-mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferentsiya-suchasni-tehnologiyi-ta-perspektyvy-rozvytku-avtomobilnogo-transportu/>.

Основні вимоги, які висуваються до автоматичних коробок перемикання передач

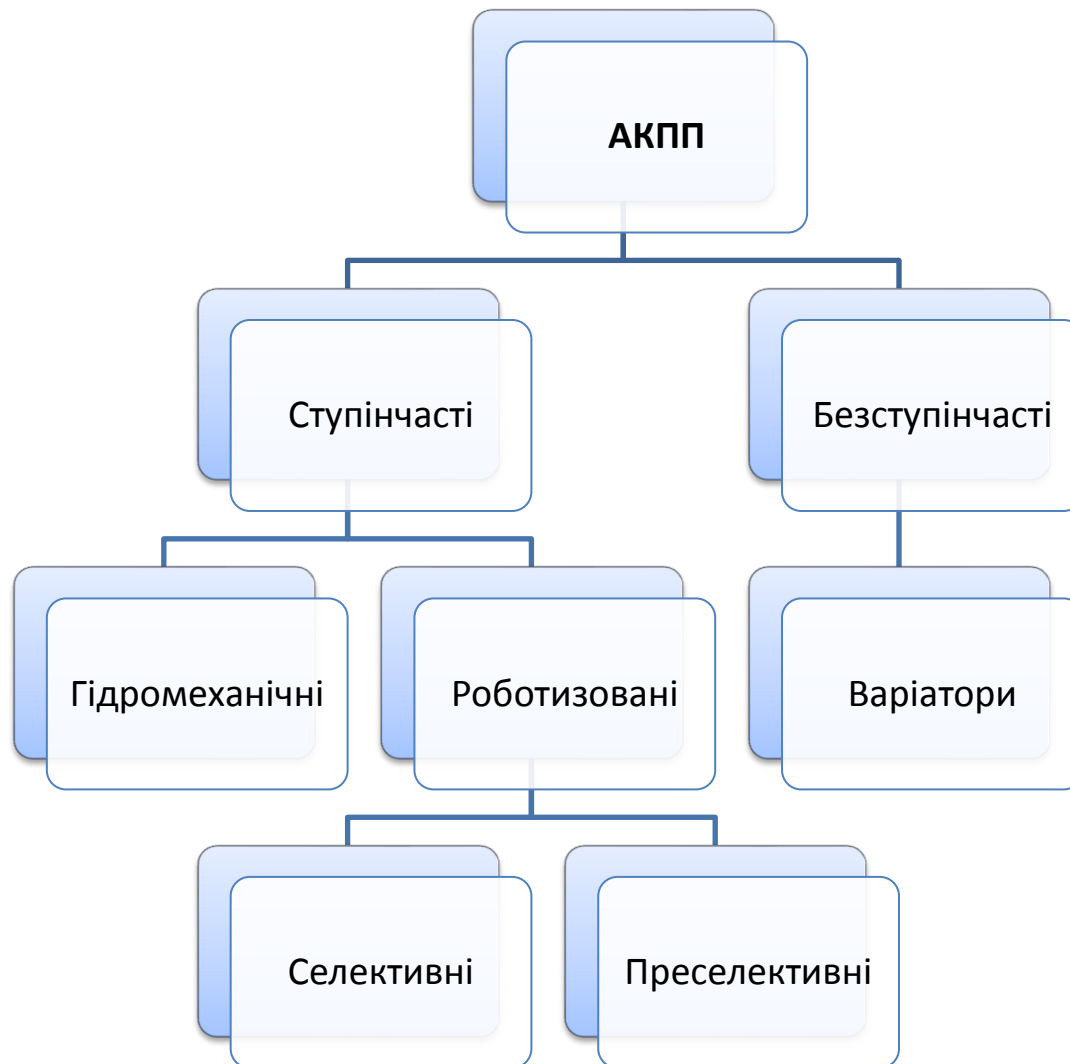
Загальнотехнічні:

- підвищення продуктивності і паливної ощадливості;
- безпеку, ергономічні й естетичні вимоги, комфортабельність;
- надійність у встановлених межах;
- зниження сукупних витрат на виробництво, обслуговування і експлуатацію;
- дотримання нормативних документів.

Спеціальні :

- широкий діапазон регулювання параметрів потужності (крутного моменту і кутової швидкості), що забезпечує високі тягово-швидкісні властивості автомобіля;
- високий ККД на основних робочих режимах, що визначає економічні та швидкісні властивості автомобіля;
- автоматизований процес перемикання передач повинен забезпечувати гладку й швидку зміну сходинок КПП, а також вберегти трансмісію від можливих помилок водія.

Типи автоматичних коробок перемикання передач

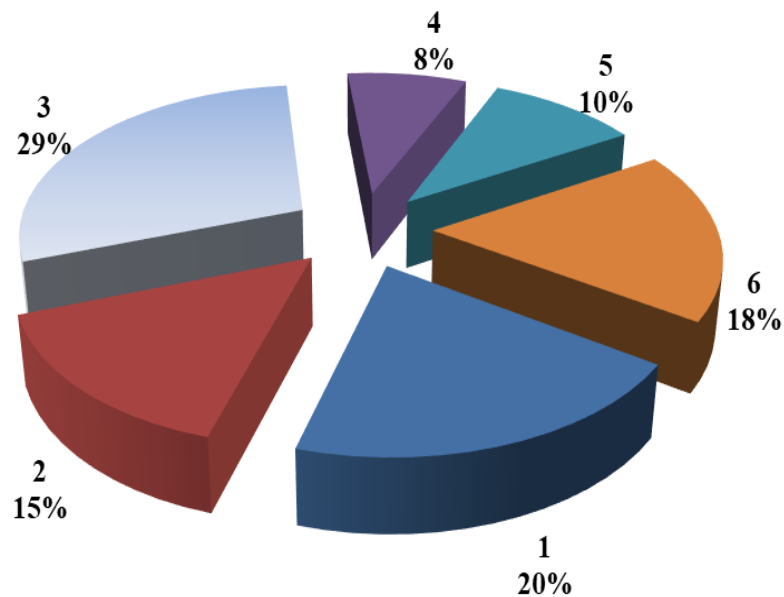


Переваги та недоліки сучасних автоматичних коробок перемикання передач

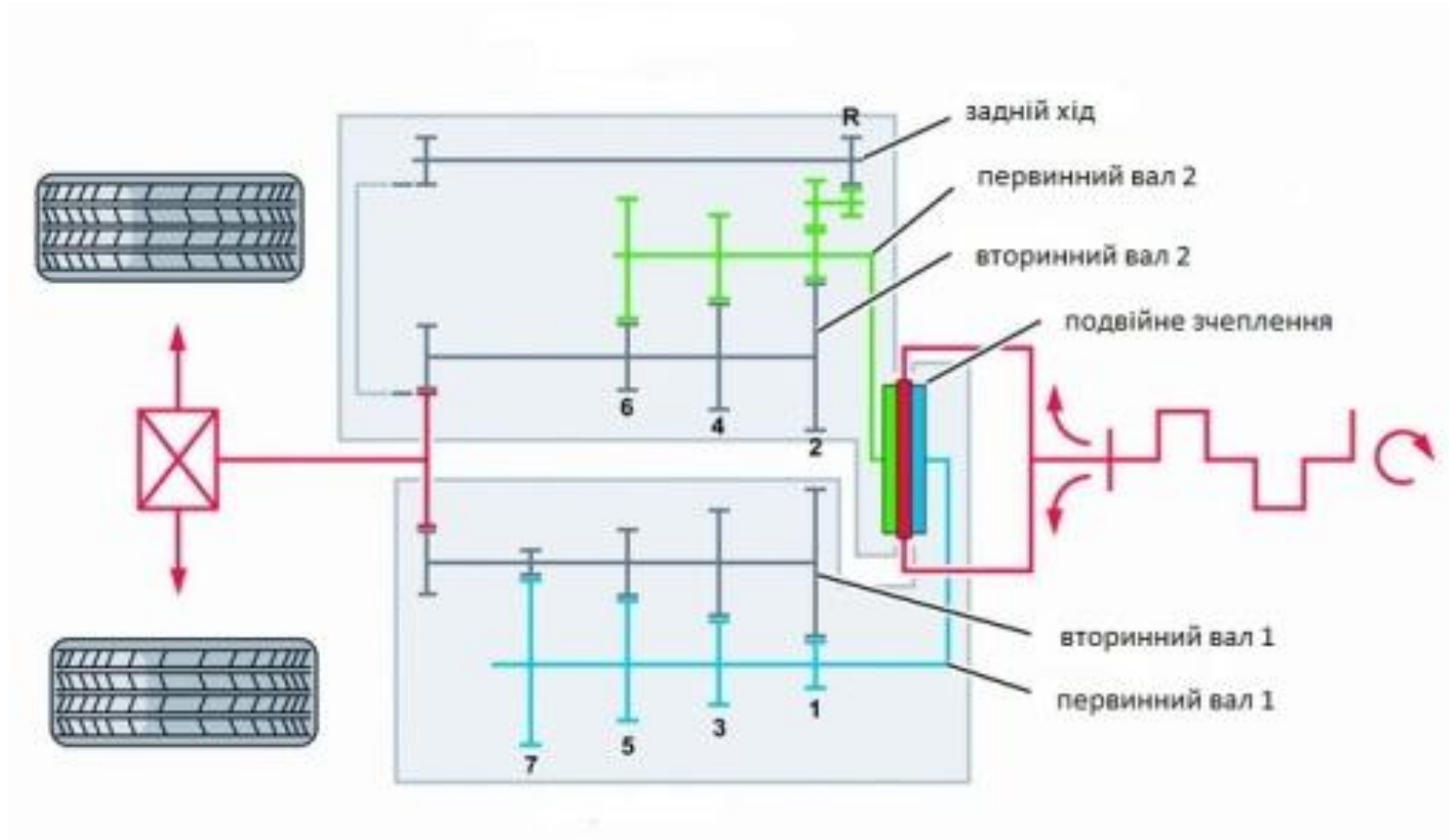
Вид АКПП	АКПП з гідротрансформатором	Роботизована АКПП	Роботизована АКПП з двома зчепленнями	Варіатор
<p>Переваги</p>	<ul style="list-style-type: none"> - висока надійність і довговічність конструкції; - простота керування; - високий рівень комфорту; - автомобіль може легко адаптуватися до режиму водіння. 	<ul style="list-style-type: none"> - простота в керуванні; - ККД на рівні з механічною КПП; - можливість обирати режим роботи. 	<ul style="list-style-type: none"> - має характеристики механічної коробки передач і поєднує їх з комфортом і зручністю автоматичної коробки передач; - високі динамічні показники; - плавність перемикання передач; - високий ККД; - високий рівень комфорту; - можливість обирати режим роботи трансмісії; - перемикання відбувається без втрати потужності. 	<ul style="list-style-type: none"> - здійснюється безперервна передача крутного моменту; - найвищий ККД; - високі динамічні показники роботи; - високий рівень комфорту керування автомобілем; - оптимальна паливна ефективність; - ефективне використання потужності двигуна за рахунок максимальної коригування навантаження ходової частини з частотою обертання колінчастого валу.
<p>Недоліки</p>	<ul style="list-style-type: none"> - низький, порівняно з іншими КПП ККД; - низькі динамічні показники; - більш високі витрати на технічне обслуговування; - більш висока витрата палива. 	<ul style="list-style-type: none"> - затримки при перемиканні (великий час перемикання передач (до 2 с), що призводить до провалів і ривків у динаміці автомобіля і знижує комфорт від керування транспортним засобом). 	<ul style="list-style-type: none"> - має фіксовану кількість передач, трансмісія не завжди дозволяє підтримувати найкращу частоту обертання двигуна; - висока вартість; - більша вага порівняно зі звичайною механічною КПП; - дороге обслуговування. 	<ul style="list-style-type: none"> - обмеження щодо передачі крутного моменту; - порівняно низький ресурс (з клинопасовою передачею). - висока технологічна складність конструкції; - дороге обслуговування.

Розподіл потенційної ємності на ринку між СТО

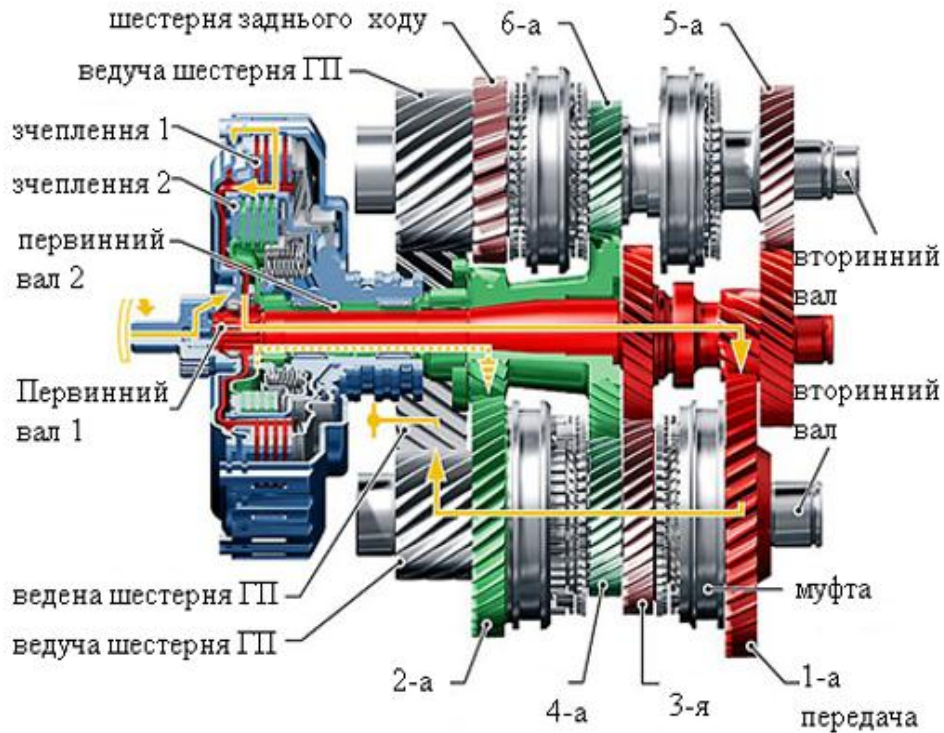
Позн.	Назва та адреса СТО, основні роботи, які виконуються	Частка Ринку, %
СТО - 1	СТО ФОП «Плужник Володимир Миколайович», вул. Сивокобиленка, 19: - діагностика автомобілів; - ремонт підвіски автомобілів; - ремонт та обслуговування автоматичних коробок перемикачів; - шиномонтаж, балансування коліс, правка колісних дисків; - ремонт електрообладнання; - ремонт вузлів та агрегатів.	20
СТО - 2	СТО-1, вул. Р. Шухевича, 12: - діагностика автомобілів; - ремонт електрообладнання; - ТО та ремонт систем живлення дизельних двигунів; - регулювання кутів встановлення керованих коліс.	15
СТО - 3	СТО-2, вул. Є. Коновальця, 2 - кузовні роботи, фарбування кузовів; - ТО та ремонт гальмівної системи, рульового керування; - експрес заміна мастила та технічних рідин.	29
СТО - 4	СТО-3, вул. Наконечного, 4. - шиномонтаж, балансування коліс, правка колісних дисків; - ремонт електрообладнання; - ремонт підвіски автомобілів.	8
5	Дрібні приватні майстерні, гаражі, роботи в невеликих обсягах: - ТО та ремонт ходової частини; - ТО та ремонт системи живлення; - кузовні роботи; - ТО та ремонт електрообладнання; - дрібний ремонт на базі заміни вузлів.	10
6	Вільна частина ринку	18



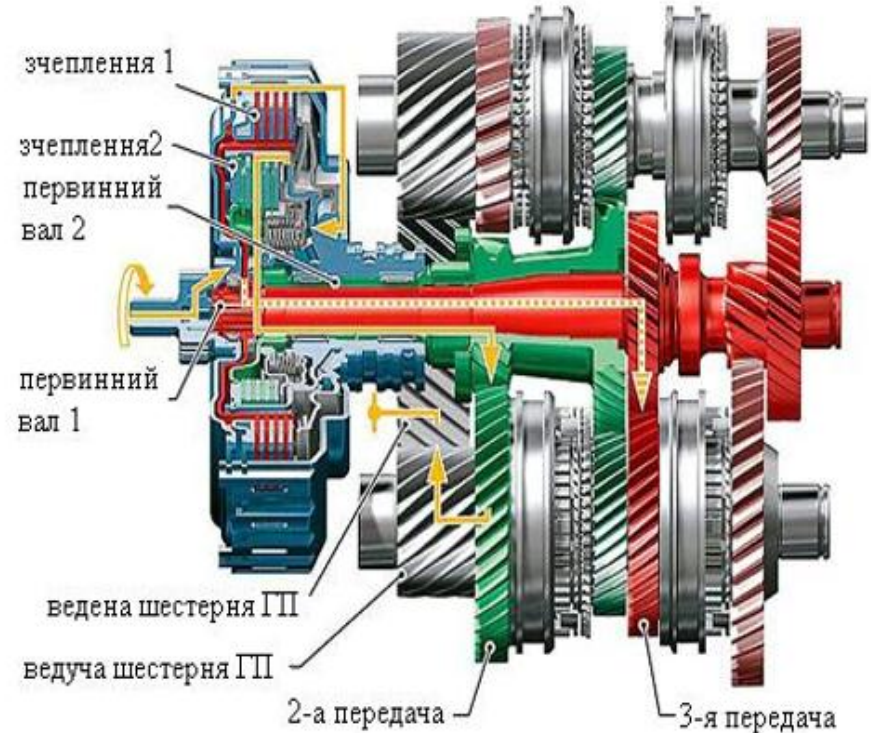
Конструкція роботизованої коробки перемикання передач (РКПП) з двома зчепленнями



Процес передачі потужності в РКПП з двома зчепленнями

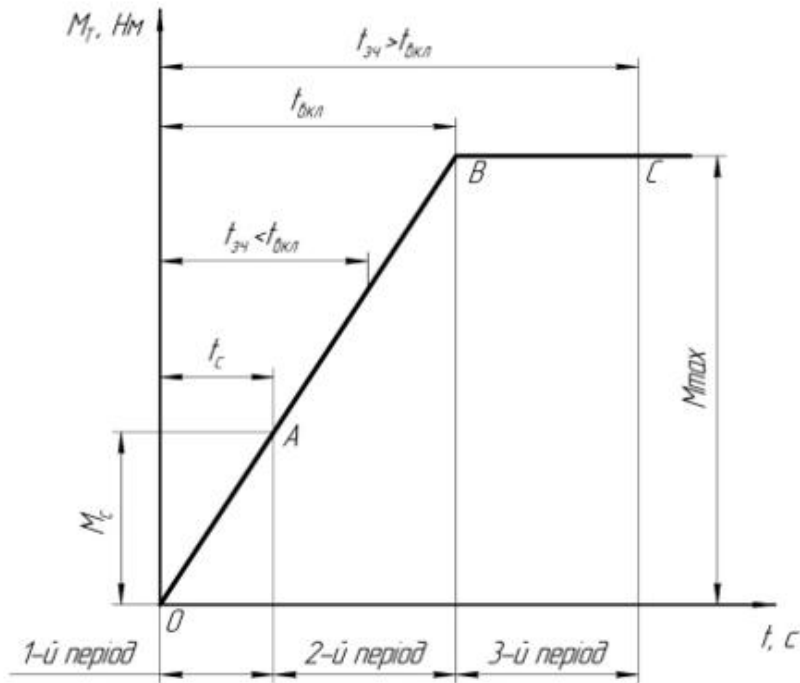


Стан РКПП (DSG) при увімкнутій першій передачі

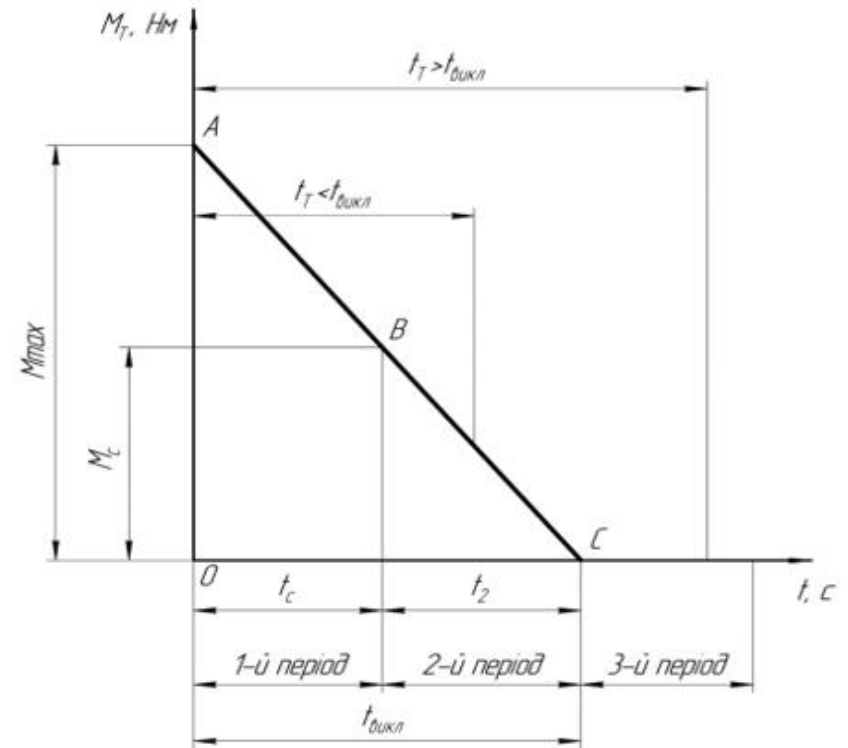


Стан РКПП (DSG) при увімкнутій другій передачі

Аналіз залежностей процесу вмикання – вимикання фрикційних муфт зчеплення

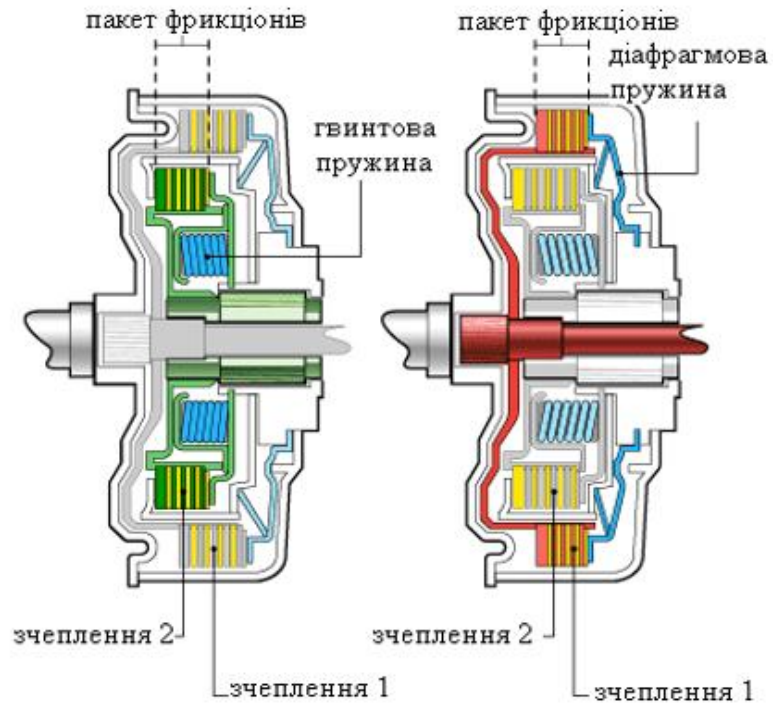


Залежність крутного моменту M_T від часу в процесі вмикання муфти



Залежність крутного моменту M_T від часу в процесі вимикання муфти

Види зчеплень роботизованих КПП

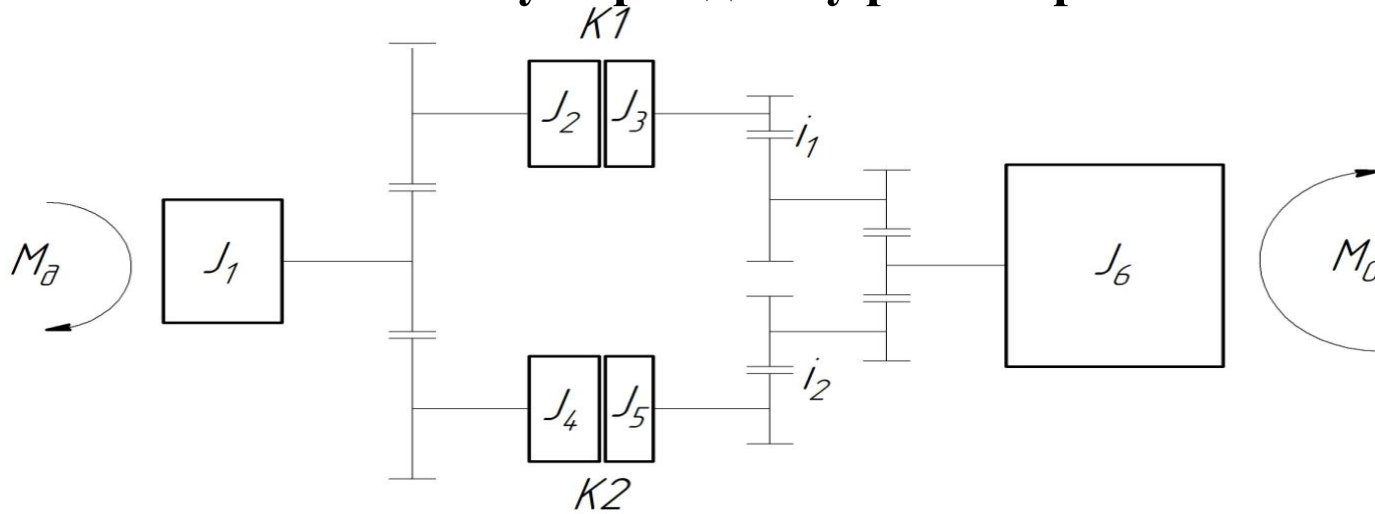


Багатодискові муфти зчеплення коробок передач DSG

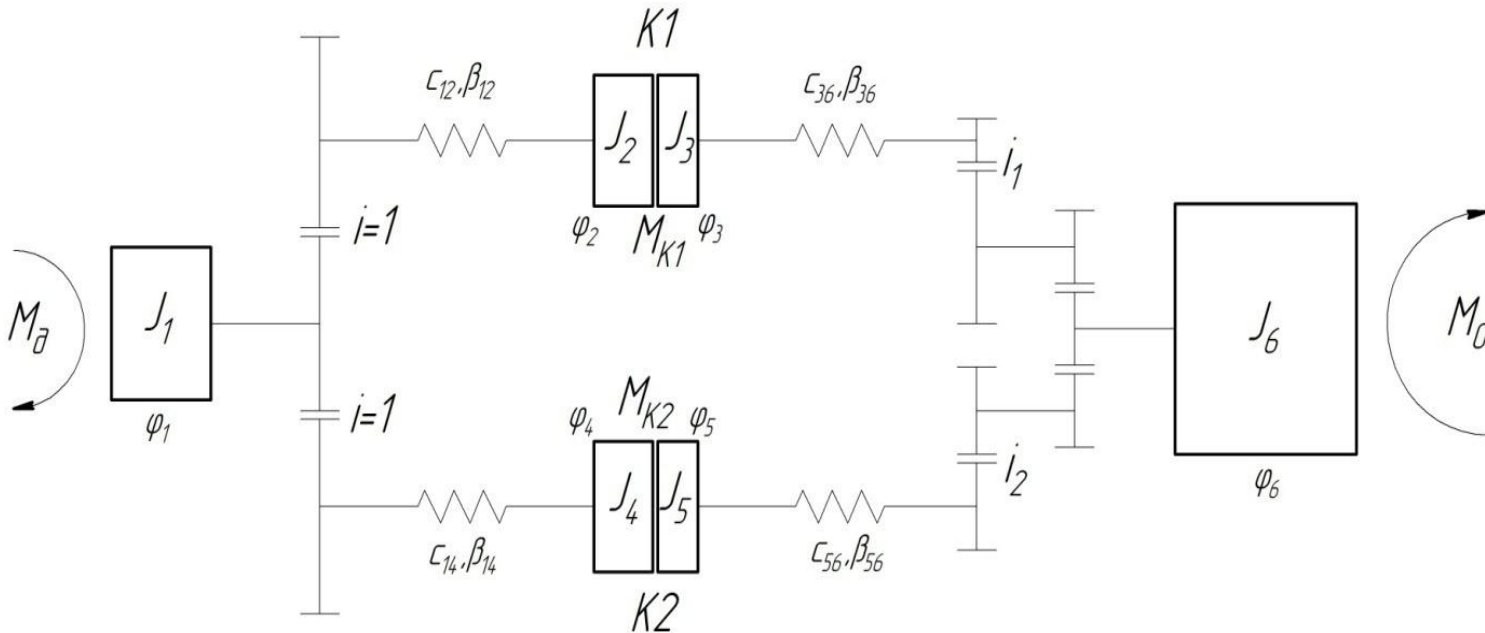


Сухе подвійне зчеплення DSG

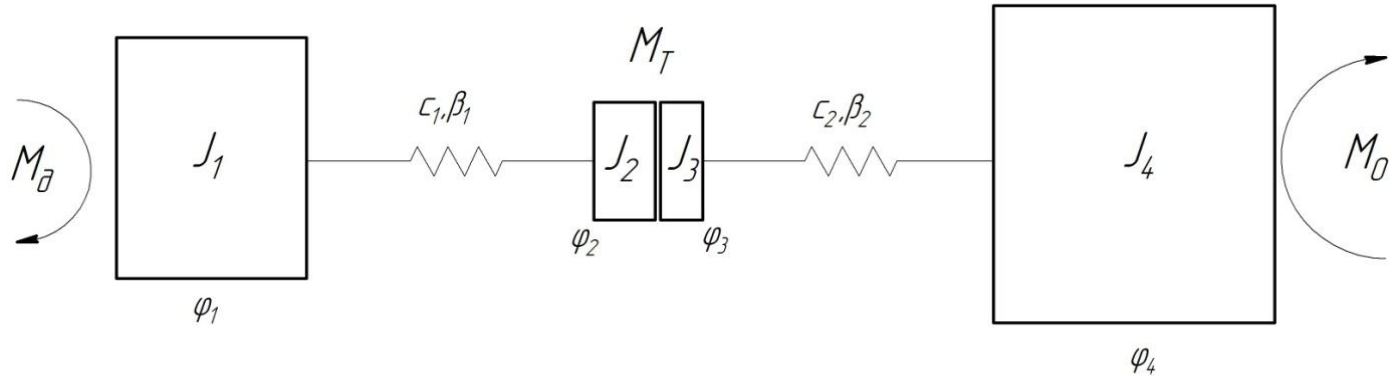
Розроблена структурна схема трансмісії з РКПП з двома зчепленнями у перехідному режимі роботи



Розроблена динамічна модель трансмісії з РКПП з двома зчепленнями



Динамічна модель зчеплення при вмиканні першої передачі і рушанні автомобіля з місця



Рівняння руху мас динамічної моделі трансмісії отримуємо з рівняння Лагранжа 2-го роду

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} + \frac{\partial \Pi}{\partial q} + \frac{\partial \Phi}{\partial q} = Q_j, \quad j = 1, 4$$

де T і Π — відповідно кінетична і потенціальна енергії системи; Φ — дисипативна функція Релея; Q_j — узагальнені сили; q_j — узагальнені координати; t — час.

$$T = \frac{J_1 \omega_1^2}{2} + \frac{J_2 \omega_2^2}{2} + \frac{J_3 \omega_3^2}{2} + \frac{J_4 \omega_4^2}{2}; \quad \Pi = \frac{c_1(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} + \frac{c_2(\varphi_2 - \varphi_4)^2}{2};$$

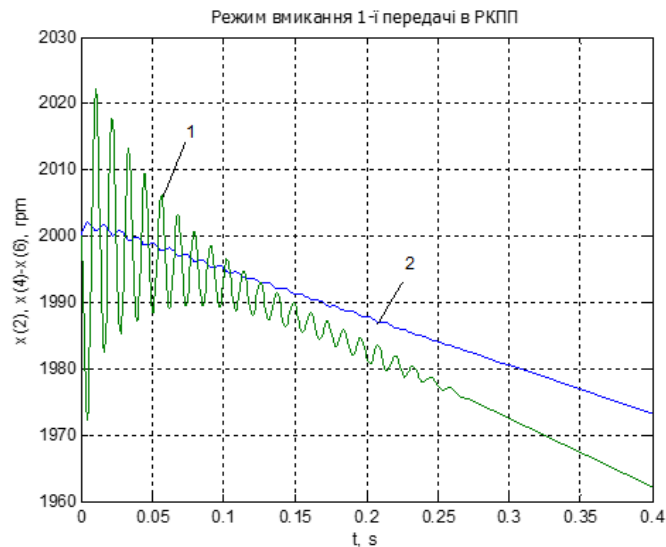
$$\Phi = \frac{\beta_1(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} + \frac{\beta_2(\varphi_2 - \varphi_4)^2}{2}.$$

Запропонована математична модель трансмісії

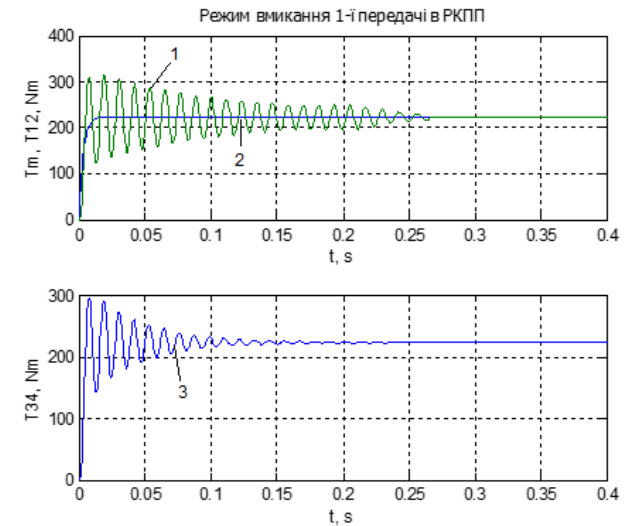
$$\begin{cases} J_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} = M_d - c_1(\varphi_1 - \varphi_2) - \beta_1 \left(\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt} \right); \\ J_2 \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} = c_1(\varphi_1 - \varphi_2) + \beta_1 \left(\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt} \right) - M_T; \\ J_3 \frac{d^2 \varphi_3}{dt^2} = M_T - c_2(\varphi_3 - \varphi_4) - \beta_2 \left(\frac{d\varphi_3}{dt} - \frac{d\varphi_4}{dt} \right); \\ J_4 \frac{d^2 \varphi_4}{dt^2} = c_2(\varphi_3 - \varphi_4) + \beta_2 \left(\frac{d\varphi_3}{dt} - \frac{d\varphi_4}{dt} \right) - M_0 \end{cases}$$

Одержані результати проведених розрахунків (моделювання)

Залежності кутових швидкостей і крутних моментів (час вмикання $t_c=0.01\text{c}$)

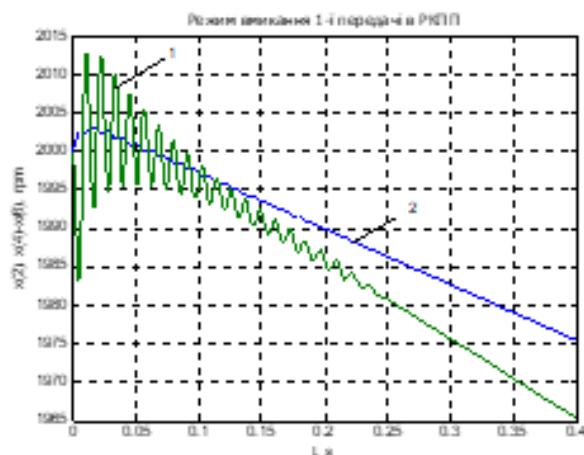


Залежність кутової швидкості від часу,
 $t_c=0,01\text{ c}$: 1 — пробуксовування муфти зчеплення;
2 — ведучої ланки приводу

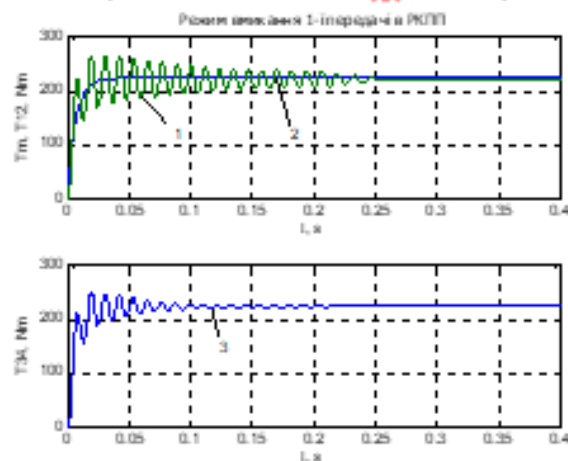


Залежність крутних моментів від час,
 $t_c=0,01\text{ c}$: 1 — у ведучій частині приводу;
2 — у муфті зчеплення; 3 — у веденій частині приводу

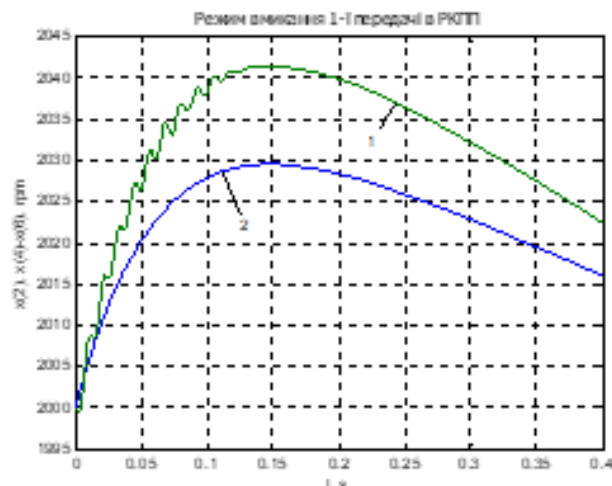
Залежності кутових швидкостей і крутних моментів (час вмикання $t_c=0.02\text{c}$)



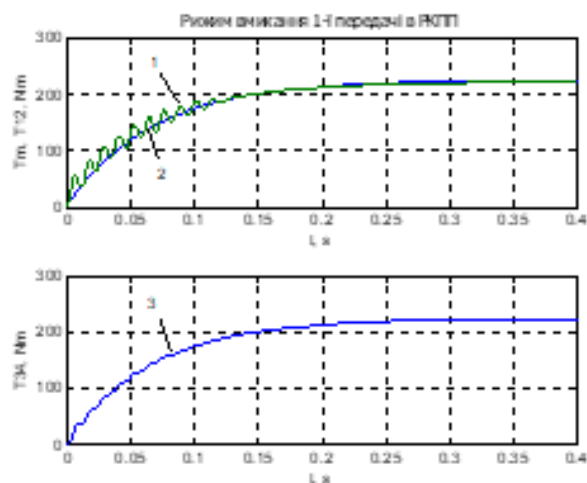
Залежність кутової швидкості від часу, $t_c=0,02\text{ c}$: 1 — пробуксовування муфти зчеплення; 2 — ведучої ланки приводу



Залежність крутних моментів від часу, $t_c=0,02\text{ c}$: 1 — у ведучій частині приводу; 2 — у муфті зчеплення; 3 — у веденій частині приводу



Залежність крутних моментів від часу, $t_c=0,2\text{ c}$: 1 — у ведучій частині приводу; 2 — у муфті зчеплення; 3 — у веденій частині приводу



Залежність крутних моментів від часу, $t_c=0,2\text{ c}$: 1 — у ведучій частині приводу; 2 — у муфті зчеплення; 3 — у веденій частині приводу

- На основі аналізу процесів вмикання-вимикання фрикційної муфти зчеплення показано, що ефективність роботи роботизованої коробки перемикач передач істотно залежить від швидкодії і плавності роботи зчеплення.
- Проведено розрахунок основних параметрів подвійного зчеплення для роботизованої коробки перемикач передач на прикладі автомобіля Volkswagen Golf 1.4 TSI. Побудовані динамічні моделі трансмісії з роботизованою коробкою перемикач передач з двома зчепленнями у перехідних режимах роботи - вмиканні при рушанні автомобіля з місця і перемикач передач з нижчої на вищу.
- Здійснено моделювання і проведено аналіз пробуксовування зчеплення при рушанні автомобіля з місця і перемикач передач з нижчої на вищу. Показано, що процес вмикання зчеплення є коливним процесом, характер протікання якого залежить від масових і жорсткісних характеристик трансмісії, тривалості спрацювання зчеплення.
- Зі зменшенням тривалості вмикання зчеплення з 0,02 до 0,2 с (за інших однакових умов) крутний момент у валопроводах трансмісії зростає в понад 1,5 рази. Збільшення тривалості вмикання зчеплення зменшує динамічні навантаження у трансмісії, але призводить до затримки в перемикач передач. Суміщення роботи двох зчеплень дозволяє більш плавно і швидко перемикач передач у преселективній коробці перемикач передач, покращати комфортність керування автомобілем.
- Досліджено вплив тертя між виступами фрикційних дисків та шліцьовими пазами у багатодисковому зчепленні на величину потрібної сили притискання дисків для забезпечення передачі заданого крутного моменту. Показано, що в сухому багатодисковому зчепленні при кількості дисків понад 10 величина сили їх взаємного притискання зростає в 1,34 рази, а в мокрому зчепленні - майже в 1,2 рази, що потрібно враховувати при розрахунку конструктивних параметрів зчеплення.