

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування і транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

**ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство

**Обґрунтування доцільності вибору типу двигуна на
основі оптимізації витрат на експлуатацію вантажного
автомобіля**

Керівник роботи д.т.н., доцент
Розробив студент гр. 1АТ-14м

Кашканов А.А.
Квасневський С.О.

Вінниця ВНТУ 2015

Метою роботи є підвищення паливної економічності та зниження викидів ДТЗ шляхом вибору доцільного типу двигуна для вантажних автомобілів з урахуванням умов експлуатації.

Для досягнення мети в дипломній роботі вирішуються такі задачі:

1. Удосконалення методики вибору доцільного типу двигуна для вантажного автомобіля з урахуванням умов експлуатації.

2. Уточнення математичних моделей розрахунку паливної економічності та екологічних показників ДТЗ з урахуванням типу двигуна та умов експлуатації.

3. Проведення експериментальних досліджень по визначенню показників дизеля і вантажного автомобіля з ним.

4. Перевірка адекватності математичних моделей дизеля і автомобіля.

5. Проведення розрахунків на математичних моделях та розробка рекомендацій щодо вибору доцільного типу двигуна для вантажного автомобіля з урахуванням умов експлуатації.

Наукова новизна одержаних результатів:

- Удосконалено методику, яка дозволяє вибирати доцільний тип двигуна для вантажного автомобіля з урахуванням витрати палива, викидів шкідливих речовин та енергетичних показників двигуна автомобіля в залежності від умов його експлуатації;
- уточнено математичну модель шляхом введення в неї додаткової кількості показників роботи дизеля, що дозволяє більш об'єктивно оцінювати його екологічні показники в різних умовах експлуатації;
- запропоновано оцінювати доцільний тип двигуна з урахуванням витрат на експлуатацію автомобіля, які включають: витрати на паливо, збитки від шкідливої дії відпрацьованих газів двигуна та суми цих складових в різних умовах експлуатації.

Практичне значення одержаних результатів роботи становлять:

- числові значення: витрати палива, шкідливих викидів, енергетичних показників бензинового двигуна і дизеля, витрат на паливо, збитків від шкідливої дії відпрацьованих газів двигунів та суми витрат на паливо і збитків від шкідливої дії відпрацьованих газів вантажними автомобілями з бензиновим двигуном і дизелем, які дають можливість визначити доцільний тип двигуна для вантажного автомобіля з урахуванням умов експлуатації;
- поліноміальні залежності, які описують енергетичні і екологічні показники та паливну економічність дизеля в різних швидкісних і навантажувальних режимах;
- рекомендації щодо вибору доцільного типу двигуна для вантажного автомобіля з урахуванням умов експлуатації.

Використання вантажних автомобілів приватної і державної власності

Всього	В тому числі за видами використовуваного палива				
	Бензин	Дизельне паливо	Стиснений природний газ (СПГ)	Зріджений нафтовий газ (ЗНГ)	Бензин і СПГ одночасно
546758	376317	150106	8203	4305	7283

Масова кількість ШР у ВГ бензинового двигуна і дизеля

Компоненти ВГ	Кількість ШР, кг на 1000 кг палива, яке згоріло в циліндрах двигуна	
	бензиновий двигун	Дизель
Оксид вуглецю	267,0	28,4
Вуглеводні	33,2	9,1
Оксиди азоту	26,6	40,8
Оксиди сірки	1,34	34,4
Сажа	1,34	3,4

Витрати палива і викидів ШР згідно з класифікацією ЄС

Тип ДТЗ	Класифікація ЄС	Значення показників				
		Витрата палива, л / км	Оксиди вуглецю	Вуглеводні	Оксиди азоту	Тверді частинки
Пасажи́рські: бензинові двигуни; дизелі	BM1	0,092	12,40	2,07	1,89	-
	BM2	0,191	40,19	3,14	1,29	-
	BM3	0,543	139,95	8,20	12,72	-
	DM1	0,067	3,13	1,11	5,59	0,18
	DM2	0,109	1,62	0,44	1,96	0,35
	DM3	0,408	7,07	4,73	11,18	0,96
Вантажні: бензинові двигуни; дизелі	BN1	0,135	39,62	4,02	3,00	-
	BN2	0,367	118,49	10,67	10,08	-
	BN3	0,673	113,84	7,12	16,39	-
	DN1	0,075	5,12	1,58	8,29	0,36
	DN2	0,265	9,24	1,99	8,38	1,49
	DN3	0,457	15,92	4,75	19,48	1,06

Порівняння паливної економічності вантажного автомобіля з дизелем тракторного типу

Швидкість руху км / год	Витрата палива			
	л / 100 км		%	
	бензиновий	Дизельний	бензиновий	дизельний
30	8,8	5,0	100	57,0
40	8,8	5,3	100	60,0
50	9,2	5,7	100	62,0
60	9,7	6,1	100	63,0
70	10,3	6,8	100	66,0
80	11,2	7,6	100	68,0
90	12,2	8,6	100	70,5
100	13,6	10,2	100	75,0

Середні швидкості руху автомобілів з дизелем і бензиновим двигуном в міських умовах руху

Показники	Автомобілі з двигунами	
	з дизелем	З бензиновим
Середня швидкість руху, км / год	36,8	34,7
Витрата палива, л / 100 км	12,0	17,1

Порівняння двигунів при різних їзових циклах

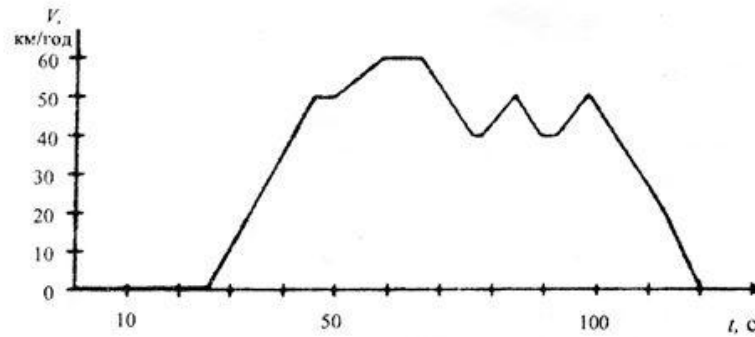


Рис. 2.8. 11 – режимний їзовий цикл (Японія)

На рис. 2.9. показано Європейський перехідний випробувальний цикл

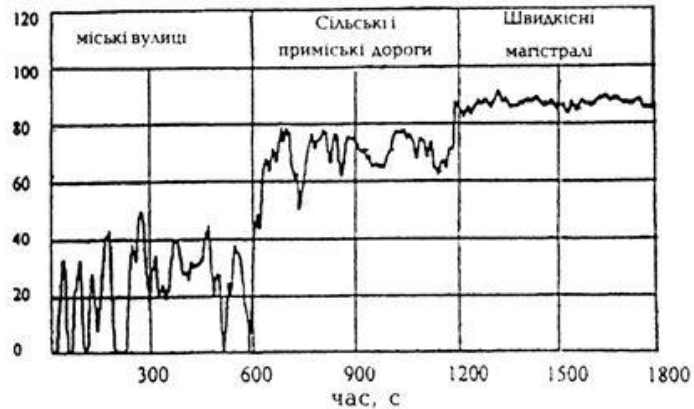


Рис. 2.9. Європейський перехідний випробувальний цикл (ETC)

Порівняння двигунів при різних їзових циклах

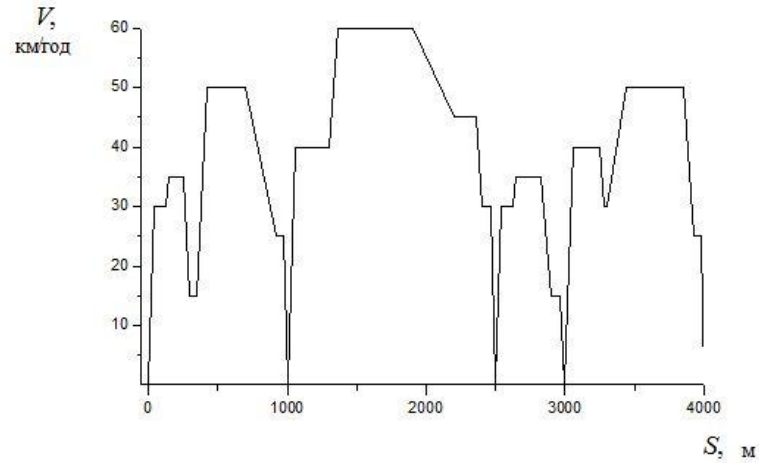


Рис. 2.10. Схема міського їзового циклу на дорозі для ДТЗ повною масою більше 3,5 т, крім міських автобусів

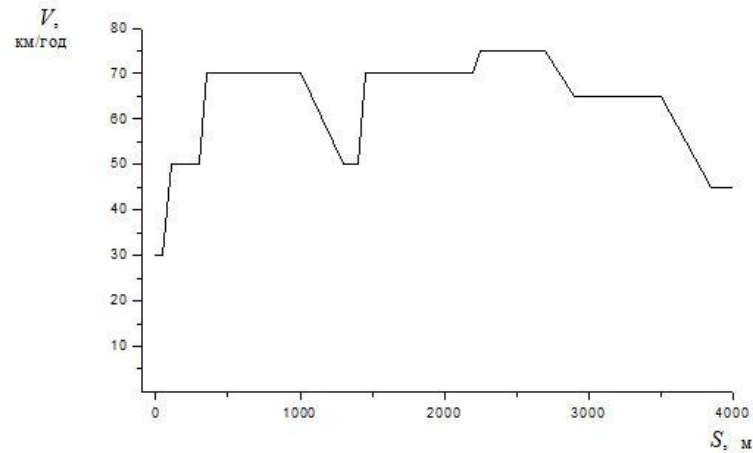
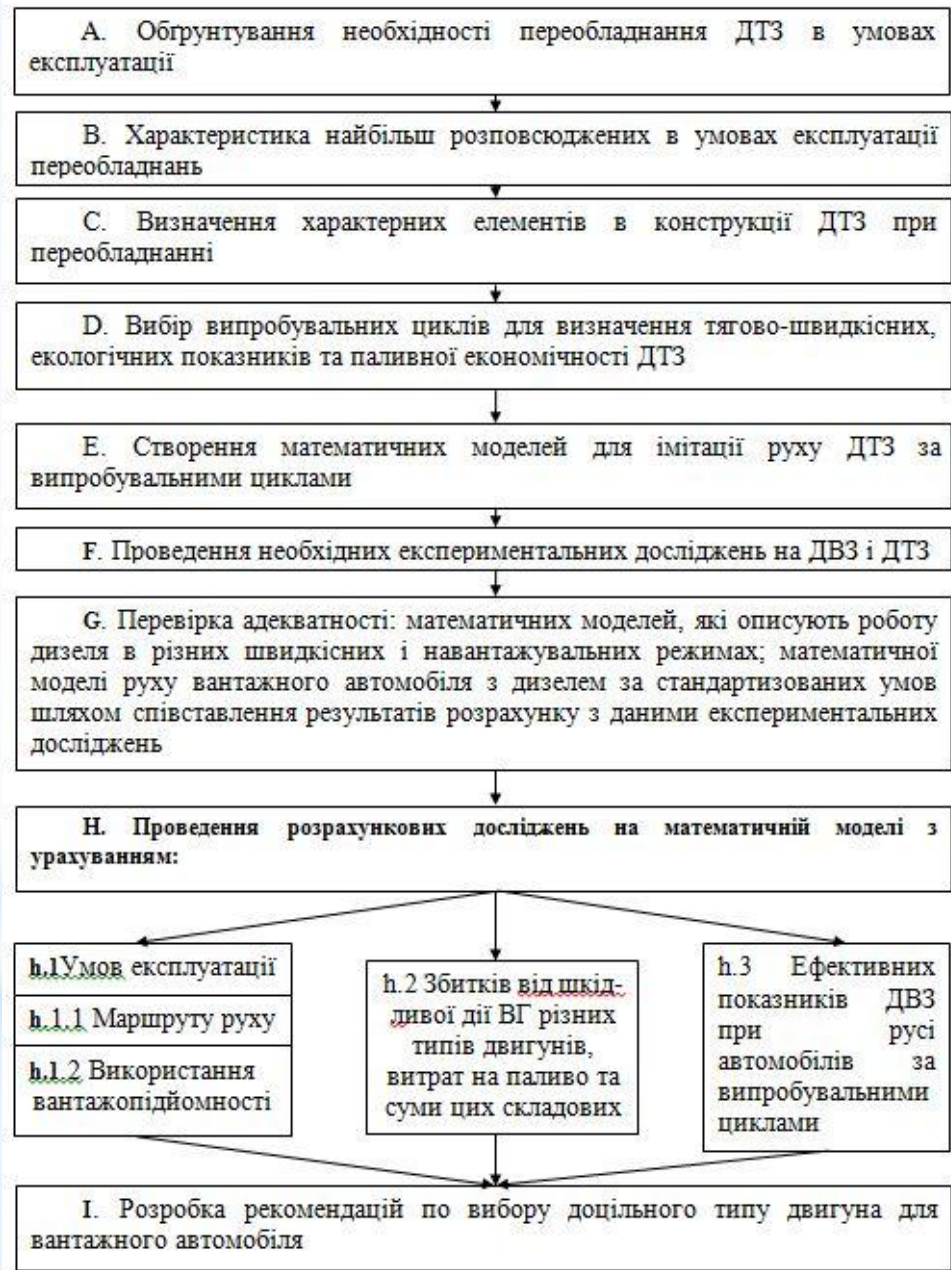


Рис. 2.11. Схема магістрального їзового циклу на дорозі для ДТЗ повною масою більше 3,5 т, крім міських автобусів

Методика вибору доцільного типу двигуна



Розганяння дизеля в режимі активного холостого ходу

При розганянні дизеля в режимі активного холостого ходу від мінімальної частоти $n_{\text{хх.мін}}$ до частоти обертання, при якій водій відпускає педаль зчеплення $n_{\text{до}}$, рівняння руху дизеля має вигляд:

$$\frac{dn_d}{dt} = [M_i(q_u, n_d) - M_m(n_d)] \frac{30}{I_d \cdot \pi},$$

де $\frac{dn_d}{dt}$ – прискорення колінчастого валу дизеля, $\text{хв}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;

M_i – індикаторний крутний момент дизеля, Н·м;

M_m – момент механічних втрат дизеля, Н·м;

I_d – момент інерції двигуна (визначається по довідковим даним), $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

q_u – циклова подача палива, $\text{мм}^3/\text{цикл}$.

Рівняння руху автомобіля

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{\delta \cdot (M_o + M_b)} \left\{ \frac{[M_i(q_u, n_d) - M_m(n_d)] \cdot U_i \cdot U_p \cdot \eta_r}{r_d} - P_f \pm P_i - P_\omega \right\}$$

$$\delta = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n I_{ki}}{(M_o + M_b) \cdot r_d^2} + \frac{I_d \cdot U_i^2 \cdot U_p^2 \cdot \eta_r}{(M_o + M_b) \cdot r_d^2}$$

$$P_\omega = kF \cdot v^2 \cdot g.$$

$$P_i = (M_o + M_b) \cdot \sin \alpha \cdot g.$$

$$P_f = (M_o + M_b) \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot g$$

δ – коефіцієнт врахування мас автомобіля, що обертаються; сили P_f , P_i , P_ω відповідно опору дороги, опору підйому та опору повітря визначаються по залежностям

Визначення середньої ефективної витрати палива та середнього ефективного коефіцієнта корисної дії (ККД) дизеля та бензинового двигуна

В міському і в магістральному їздових циклах, середній ефективний ККД, як для дизеля, так і для бензинового двигуна розраховується по аналогії з відомою залежністю за виразом:

$$\eta_{e.сep.ц} = \frac{3600}{H_u \cdot g_{e.сep.ц}},$$

де H_u – нижча теплота згоряння палива; згідно для дизельного палива, вона дорівнює 42500 кДж / кг, а для автомобільного бензину – 44000 кДж / кг.

$g_{e.сep.ц}$ – середня питома ефективна витрата палива дизелем і бензиновим двигуном в їздових циклах, кг / кВт·год.

За умов руху автомобілів, з дизелем і бензиновим двигуном, в їздових циклах $g_{e.сep.ц}$ для двигунів визначається наступним чином:

$$g_{e.сep.ц} = \frac{\sum_{i=1}^n (G_k + G_{k+1})_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n (N_{ek} + N_{ek+1})_i \cdot P_i},$$

Висновок

На основі проведених розрахунково-теоретичних досліджень видно, що як в міському так і в магістральному їздових циклах у автомобіля з дизелем, беззаперечно, краща паливна економічність в порівнянні з автомобілем на якому встановлено бензиновий двигун. Щодо токсичності відпрацьованих газів, то автомобіль з дизелем переважає тільки в магістральному їздовому циклі.

Тому вантажний автомобіль з дизелем Д-243, який відповідає комплектації (коробками передач) наведеній в роботі доцільно рекомендувати (з точки зору екологічної безпеки) для експлуатації по заміських маршрутах.