

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

Графічний матеріал до
магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**Вплив раціонального прогріву двигуна автомобіля
на його паливну економічність та екологічні показники**

Розробив: ст. гр. 1АТ-15м
Гурняк С. В.

Керівник: к.т.н., доц.
Кашканов В. А.

Вінниця – 2017 р.

Мета роботи – зниження шкідливих викидів та покращення паливної економічності автомобіля в умовах експлуатації раціональним прогрівом його двигуна

Об’єкт дослідження – процес прогріву двигуна автомобіля в умовах експлуатації

Предмет дослідження – паливна економічність та екологічні показники автомобіля при різних способах прогріву двигуна в умовах експлуатації

Методи дослідження: абстрагування, декомпозиції, ідентифікації та математичного моделювання

Завдання дослідження

- розробити загальну методику визначення раціонального способу прогріву автомобільного двигуна в умовах експлуатації;
- розробити універсальну математичну модель руху автомобіля за Європейським їздовим циклом, яка дозволяє визначити вплив способу прогріву двигуна на паливну економічність та екологічні показники автомобіля;
- провести розрахункові дослідження та розробити рекомендації щодо вибору раціонального способу прогріву двигуна автомобіля.

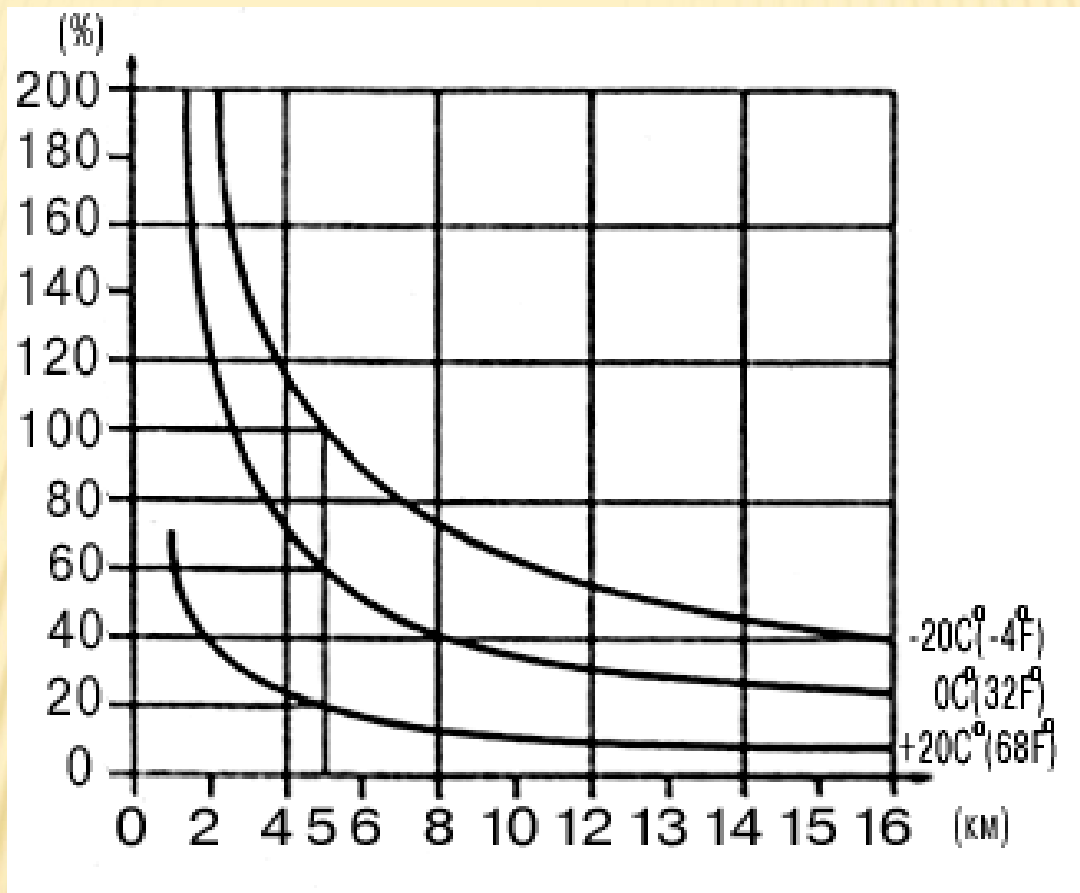
Наукова новизна одержаних результатів

Набув подальшого розвитку підхід до визначення витрати палива та викидів шкідливих речовин по мірі прогріву двигуна автомобіля в їздовому циклі

Практичне значення одержаних результатів

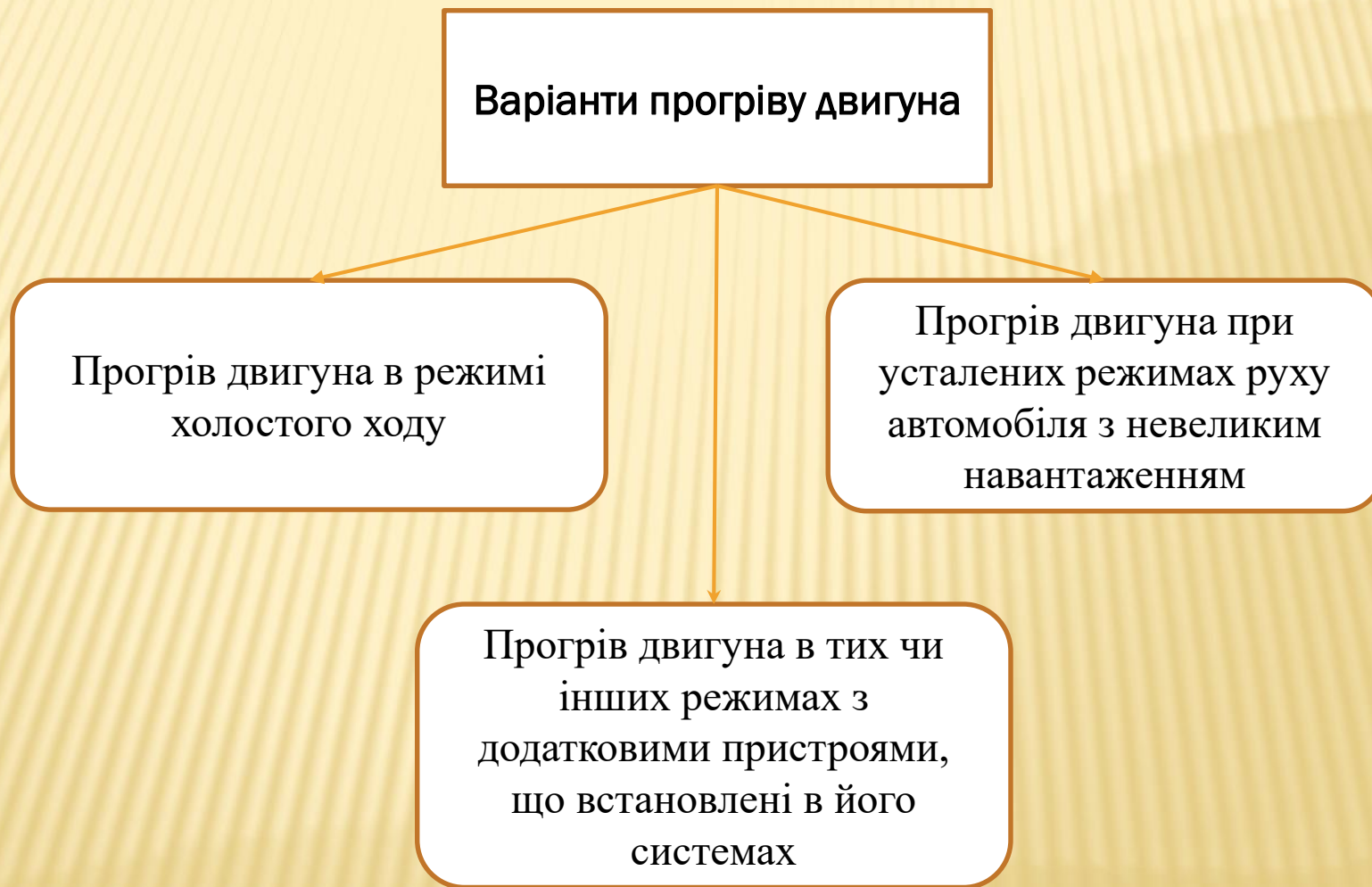
- числові значення витрати палива та шкідливих викидів, що дають можливість визначити оптимальний спосіб прогріву автомобільного двигуна, який доцільно використовувати в експлуатації;*
- математичні моделі, які описують енергетичні і екологічні показники та паливну економічність бензинового двигуна в різних швидкісних і навантажувальних режимах та температурних станах.*

Залежність відносної витрати палива автомобілем з непрогрітим двигуном



Залежність відносної витрати палива автомобілем з непрогрітим двигуном SAAB 9-5 від відстані пробігу при різних температурах оточуючого середовища

Підходи до визначення найбільш раціонального методу прогріву двигуна в експлуатації



Висновки до розділу 1

1. Паливна економічність та екологічні показники автомобіля в умовах експлуатації в значній мірі визначаються тепловим станом його двигуна.
2. Для полегшення пуску і прогріву холодних автомобільних двигунів в експлуатаційних умовах широко застосовуються індивідуальні джерела теплоти. В літературі не виявлено впливу таких джерел на викиди шкідливих речовин в процесі прогріву двигуна за винятком викидів вуглеводнів.
3. Проведені раніше дослідження показують, що найбільший темп зносу циліндропоршневої групи має місце протягом першої хвилини після пуску.
4. Проведеними раніше дослідженнями встановлено, що необхідний тепловий режим двигуна досягається за найбільш короткий період часу при прогріві двигуна під невеликим навантаженням. Сучасні високоякісні моторні масла дозволяють навантажувати двигун практично безпосередньо після його пуску.
5. В літературних джерелах не виявлено результатів досліджень по впливу способу прогріву автомобільного двигуна на величину викидів шкідливих речовин та витрату палива.

Блок-схема методики визначення раціонального способу прогріву автомобільного двигуна

Аналіз виконаних досліджень щодо впливу способу прогріву автомобільного двигуна на паливну економічність та екологічні показники автомобіля

Створення універсальної моделі руху легкового автомобіля за Європейським міським їздовим циклом

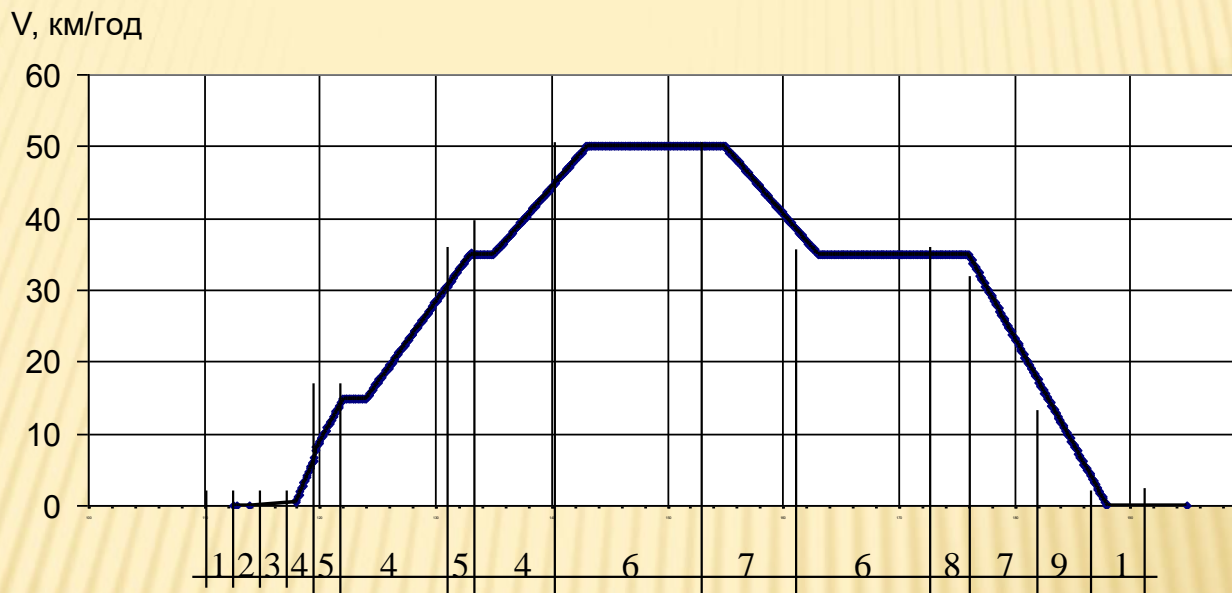
Теоретичний аналіз навантажувальних характеристик двигунів легкових автомобілів для створення універсальної характеристики бензинового двигуна легкового автомобіля

Перевірка адекватності створеної моделі з точки зору об'єктивного визначення паливної економічності шляхом співставлення результатів розрахунків з даними інших досліджень для автомобіля ЗАЗ-1102 "Таврія" з двигуном МеМЗ-245

Проведення розрахунків очікуваних витрат палива і викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобіля в процесі руху автомобіля за режимами Європейського міського їздового циклу при різних способах прогріву двигуна

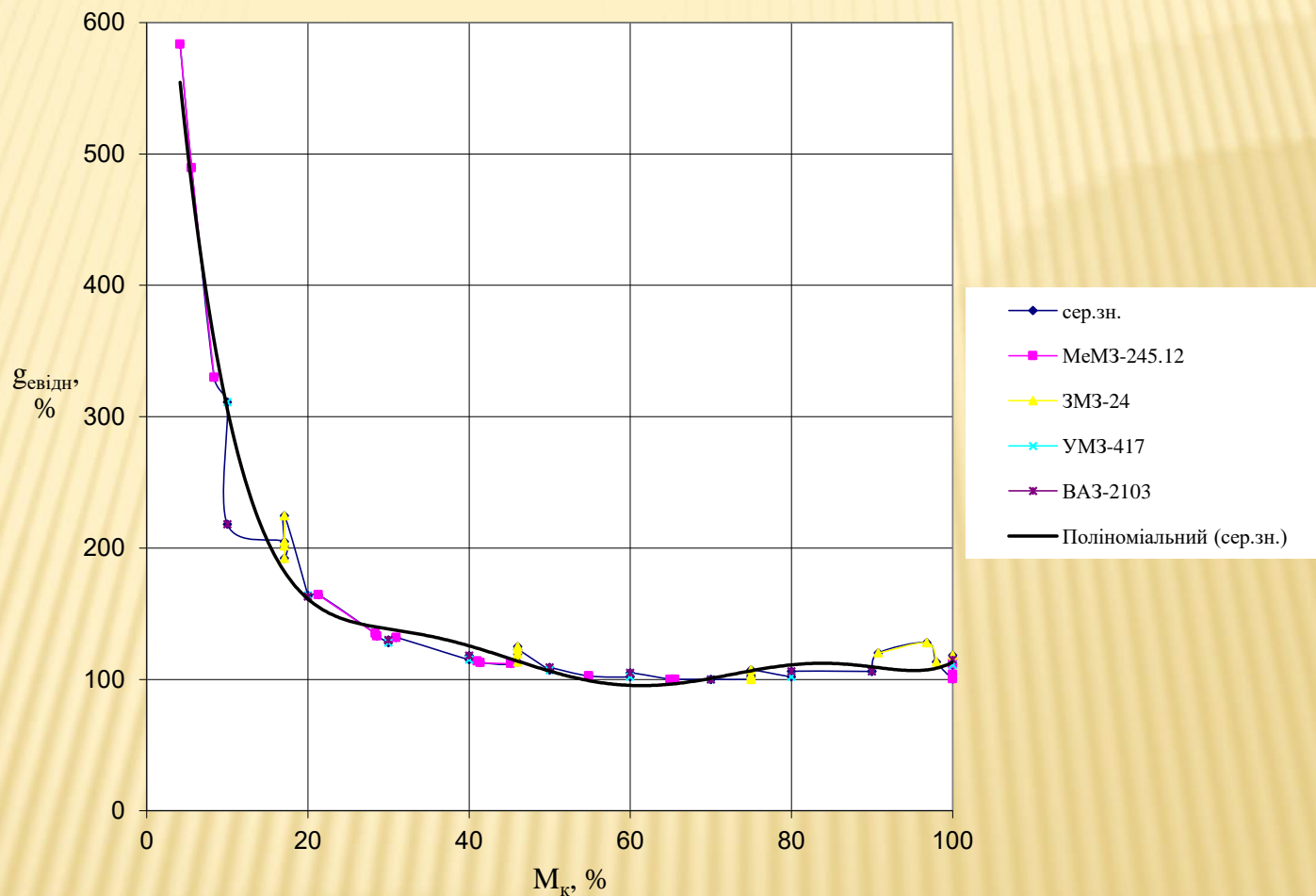
Аналіз отриманих результатів та розробка рекомендацій щодо вибору раціонального способу прогріву автомобільного двигуна

Графік руху автомобіля за Європейським міським їздовим циклом



- 1 - режим мінімальної частоти обертання холостого ходу двигуна;
- 2 - режим розгону двигуна без зовнішнього навантаження перед вмиканням першої передачі в коробці передач і зчеплення;
- 3 - рушання автомобіля з буксуючим зчепленням;
- 4 - розгін автомобіля з блокованим зчепленням;
- 5 - робота двигуна в режимі примусового холостого ходу в процесі переключення передач, руху автомобіля в режимі вибігу без включеного зчеплення;
- 6 - рух автомобіля з постійною швидкістю і робота двигуна в сталому навантажувальному і швидкісному режимі;
- 7 - сповільнення автомобіля з включеною передачею;
- 8 - перехід з вищої передачі на нижчу, робота двигуна в режимі примусового холостого ходу;
- 9 - сповільнення автомобіля з виключеним зчепленням.

Універсальна характеристика бензинових двигунів легкових автомобілів



Поліноміальна залежність $g_{евідн} = f(k)$, для легкових автомобілів

$$g_{евідн} = 617,7 - 43,66 \cdot k + 1,50851 \cdot k^2 - 0,02528 \cdot k^3 + 2,02681 \cdot 10^{-4} \cdot k^4 - 6,21795 \cdot 10^{-7} \cdot k^5$$

Визначення екологічних показників

Поліноміальна залежність для оксиду вуглецю CO, вуглеводнів C_mH_n, оксидів азоту NO_x і двооксиду вуглецю CO₂

$$C_s = (b_0 + b_1 \cdot \Delta p_k + b_2 \cdot n_d + b_{11} \cdot \Delta p_k^2 + b_{22} \cdot n_d^2 + b_{12} \cdot \Delta p_k \cdot n_d) \cdot K_i(t_0)$$

де Δp_k – розрідження у впускному колекторі, кПа; n_d – частота обертання колінчастого валу двигуна, хв⁻¹; $b_0 \dots b_n$ – коефіцієнти для i -ї токсичної речовини отримані за результатами обробки експериментальних даних; $K_i(t_0)$ – коефіцієнт впливу температури оливи або охолоджуючої рідини на концентрацію i -ї токсичної речовини

Для режиму активного та примусового холостого ходу концентрації шкідливих речовин визначались

$$C_{ixx} = (d_0 + d_1 n_d + d_2 n_d^2) \cdot K_i(t_0),$$

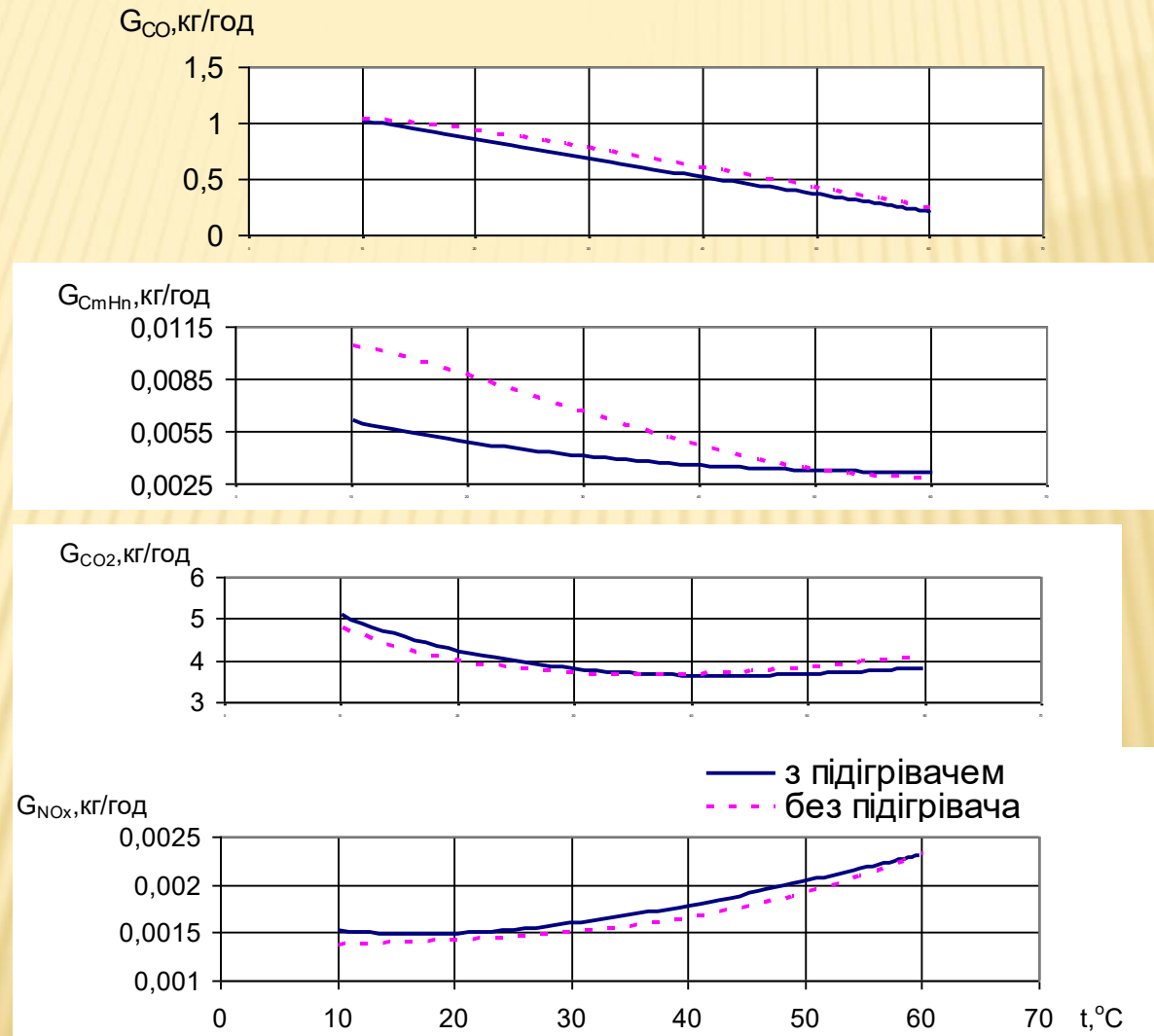
де d_0, d_1, d_2 - коефіцієнти отримані за результатами обробки експериментальних даних

Масові викиди шкідливих речовин на елементарних ділянках їздового циклу визначались за залежностями

$$\Delta G_i = \mu_i \cdot C_i / 100 \cdot (0,1385 \cdot G_n + 0,0228 \cdot G_{нов}) \frac{\Delta t}{3,6}$$

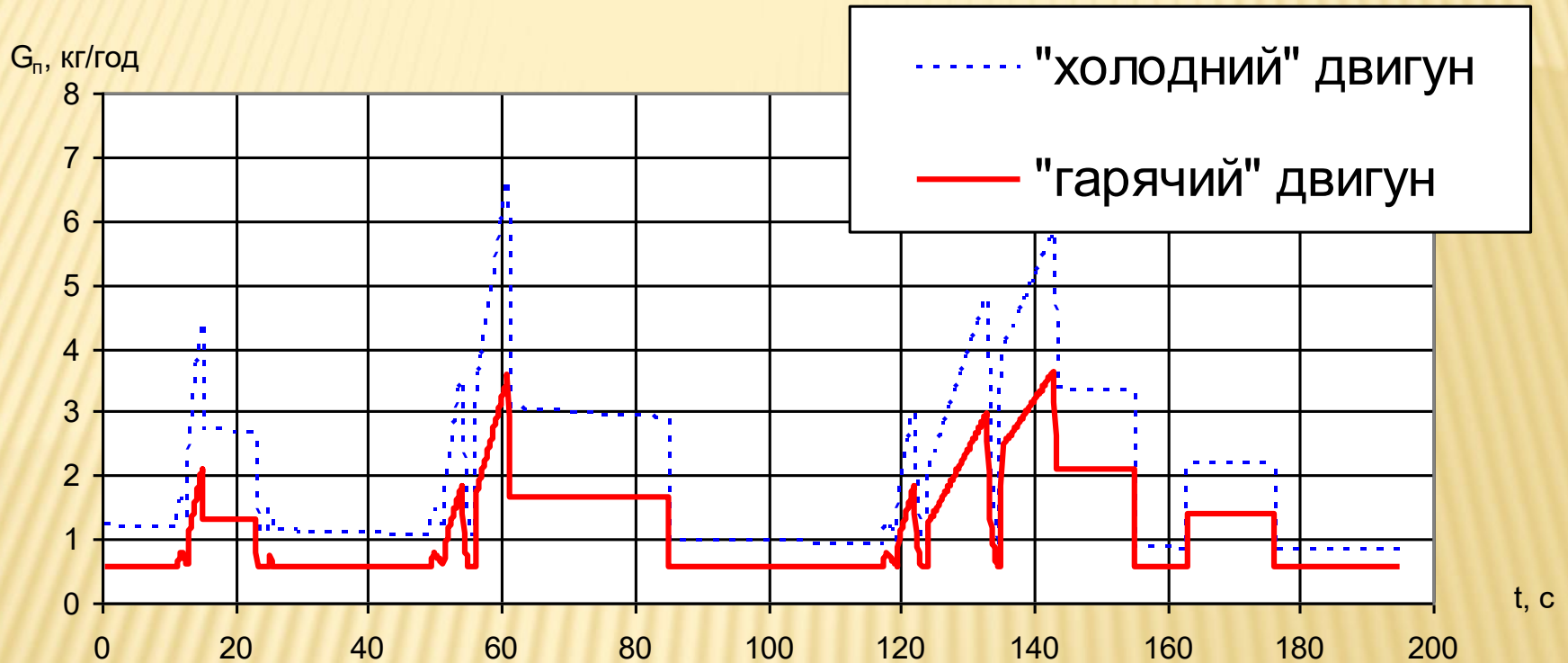
де μ_i – молярна маса i -ї шкідливої речовини, кг/кмоль; C_i – концентрація цієї речовини, %; $G_{нов}$ – годинна витрата повітря, кг/год; Δt – проміжок часу, с

Зміна масових викидів шкідливих речовин в процесі прогріву двигуна в режимі холостого ходу



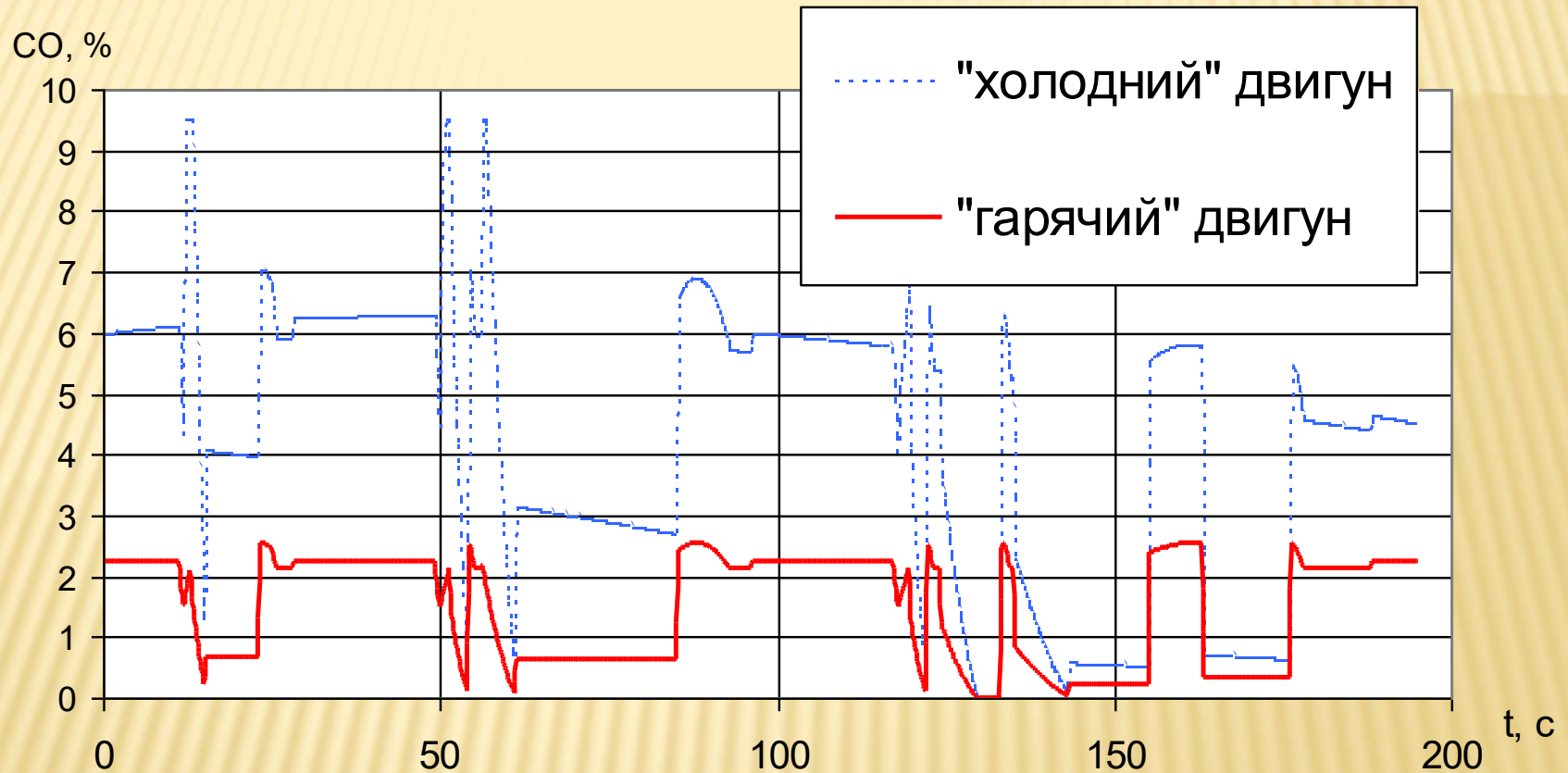
Зміна масових викидів шкідливих речовин в процесі прогріву двигуна в режимі холостого ходу ($n_d=1500 \text{ хв}^{-1}$) в стандартній комплектації та з підігрівачем паливоповітряної суміші у впускному колекторі

Графічне порівняння витрати палива під час руху автомобіля



Графічне порівняння витрати палива під час руху автомобіля за режимами Європейського їздового циклу в "холодному" та "гарячому" станах

Графік концентрації CO при прогріві в процесі руху автомобіля



Графік концентрації CO при прогріві в процесі руху автомобіля за режимами Європейського міського їздового циклу

Результати розрахунків зміни витрати палива та викидів шкідливих речовин в залежно від часу прогріву в режимі холостого ходу

Час прогріву в режимі холостого ходу, хв	Час прогріву до 60°С	$G_{п,}$ мл	$G_{CO,}$ г	$G_{CH,}$ г	$G_{NO_x,}$ г	$G_{CO_2,}$ г	$G_{\Sigma,}$ г
0	5,5	290	53	6,08	2,56	485	181
1	5,7	302,4	59,4	5,7	2,603	536,5	183,8
2	5,8	312,1	64,6	5,44	2,64	572	190,1
3	5,85	316	67,7	5,27	2,68	602	194,4
4	5,9	319	71	5,02	2,702	644	197,8
5	6,0	322	75,2	4,76	2,719	667	201,9
6	6,3	326,17	80	4,5	2,766	735	207,5
6,5	6,5	328	82,6	4,38	2,78	761,8	210

Основні висновки по роботі

1. Розроблена загальна методика проведення досліджень дозволяє визначити найбільш раціональні способи прогріву двигуна автомобіля в умовах експлуатації.
2. Розроблена математична модель дозволяє оцінити паливну економічність та викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобіля при різних способах прогріву двигуна.
3. Порівняння режиму руху з режимом холостого ходу показує, що тривалість прогрівання до температури масла 60°C становить 5,5 хв., тобто на одну хвилину менше порівняно з режимом холостого ходу. При цьому спостерігається більш різке зниження концентрацій CO , C_mH_n у першій фазі прогріву. Прогрів у режимі руху дозволяє економити близько 11,5% бензину.
4. В цілому при русі за Європейським їздовим циклом достатня температура масла (60°C) досягається за два "холодних" режими, в кінці другого режиму температура становить близько 63°C . При цьому в порівнянні з прогрівом в режимі холостого ходу дозволяє знизити викиди шкідливих речовин на 13,8%.
5. Оптимальним з точки зору витрати палива та сумарних масових викидів шкідливих речовин приведених до CO є прогрів автомобіля під навантаженням. При збільшенні часу прогріву в режимі холостого ходу спостерігається зростання масових викидів CO , NO_x , CO_2 та витрати палива. Це пояснюється тим, що загальна частка викидів цих речовин при роботі в режимі холостого ходу досить вагома, навіть в прогрітому стані автомобільного двигуна в порівнянні з режимом навантаження. Величина масових викидів вуглеводнів знижується C_mH_n тому, що при роботі в режимі холостого ходу величина витрати палива менша ніж під навантаженням і відповідно кількість незгорілих вуглеводнів також. При збільшенні часу прогріву в режимі холостого ходу зростає початкова температура масла двигуна, при наступній роботі автомобіля під навантаженням, що дещо покращується згорання палива. Але цей ефект досить незначний в порівнянні з сумарними викидами приведеними до CO в цілому. Так на протязі усього періоду збільшення часу прогріву двигуна в режимі холостого ходу, спостерігається зростання, сумарних масових викидів зведених до CO , а також витрата палива на прогрів та пробіг.
6. Якщо в умовах експлуатації з обставин, що не залежать від водія, або за його переконанням перед початком руху автомобіля здійснювати прогрів двигуна в режимі холостого ходу, то це призводить до збільшення витрати палива на процес прогріву, зростання сумарних шкідливих викидів та викидів окремих шкідливих речовин.