

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Куций Петро Вікторович

 УДК 656.13

**Поліпшення експлуатаційних показників транспортних засобів
в неусталених режимах оптимізацією способу регулювання дизелів**

Спеціальність 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат дисертації для здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі «Двигуни та теплотехніка» Національного транспортного університету (НТУ) Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, професор
Говорун Анатолій Григорович,
Національний транспортний університет, професор
кафедри «Двигуни та теплотехніка».

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Поляков Андрій Павлович,
Вінницький національний технічний університет,
професор кафедри «Автомобілі та транспортний
менеджмент»;

кандидат технічних наук
Петренко Валерій Григорович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
старший науковий співробітник.

Захист відбудеться «06» листопада 2015 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д26.059.03 в Національному транспортному університеті за адресою: 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, ауд. 333.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42.

Автореферат розісланий « » жовтня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



С.В.Ковбасенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення паливної економічності двигунів колісних транспортних засобів (КТЗ) при виконанні технологічних сільськогосподарських операцій є одним з основних напрямків діяльності, що забезпечить зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Відомо, що система двигун-споживач КТЗ при виконанні технологічних сільськогосподарських операцій є коливальною системою, що виконує роботи в неусталених режимах. Неусталені навантаження спричиняють пружні коливання в елементах трансмісії, що призводять до незворотного розсіювання частини енергії двигуна, яка витрачається на подолання цих коливань. Такі втрати енергії є нецільовими. Величини і характер коливань впливають на економічні і екологічні показники двигуна КТЗ, які, в свою чергу, залежать від способу регулювання частоти обертання колінчастого вала двигуна.

В наш час на універсальних КТЗ сільськогосподарського призначення найбільшого поширення отримали всережимні регулятори частоти обертання, які підтримують приблизно постійну швидкість при русі КТЗ під час виконання технологічних сільськогосподарських операцій.

Але, досвід проектування і дослідження систем автоматичного регулювання частоти (САРЧ) дизелів, накопичений на кафедрі «Двигуни і теплотехніка» НТУ, свідчить, що застосування на дизелях КТЗ всережимних регуляторів не завжди виправдане, а найдоцільнішим є застосування універсальних регуляторів.

Для розширення можливостей ефективного використання КТЗ, підвищення їх економічних та екологічних показників, при роботі за неусталених режимів з врахуванням специфіки виконання технологічних сільськогосподарських операцій проведення досліджень в цьому напрямку є актуальною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно плану науково-дослідних робіт «Поліпшення паливної економічності та екологічних показників транспортних засобів удосконаленням систем регулювання та використання альтернативних палив» №0110U000128 та «Використання альтернативних палив та удосконалення систем регулювання та живлення двигунів колісних транспортних засобів. Розробка та дослідження систем живлення двигунів колісних транспортних засобів» №0112U008409, які виконуються кафедрою «Двигуни і теплотехніка» НТУ.

Метою роботи є підвищення паливної економічності і зменшення викидів шкідливих речовин (ШР) з відпрацьованими газами (ВГ) дизелів за неусталених режимів роботи КТЗ зменшенням нецільових втрат вибором оптимального способу регулювання частоти обертання колінчастого вала.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі задачі:

- розробка макетного зразка універсального регулятора на базі паливного насосу високого тиску (ПНВТ) 4УТН-М, який забезпечує: всережимне; однорежимне; комбіноване; гранично-всережимне регулювання;
- уточнення динамічної математичної моделі САРЧ дизеля з всережимним та гранично-всережимним регуляторами при роботі КТЗ за неусталених режимів;

- складання статичної математичної моделі КТЗ з дизелем для визначення економічних і екологічних показників КТЗ сільськогосподарського призначення відповідно до вимог Правил ЄЕК ООН №96;

- проведення безмоторних досліджень ПНВТ з універсальним регулятором та моторних випробовувань дизеля Д-241 з різними системами регулювання;

- проведення дорожніх випробовувань трактора МТЗ-80 з різними типами САРЧ;

- розробка методики визначення коефіцієнта розсіювання енергії;

- перевірка адекватності математичних моделей САРЧ дизеля.

Об'єктом досліджень є вплив типу САРЧ обертання колінчастого вала дизеля на паливну економічність і викиди ШР з ВГ в неусталених режимах руху КТЗ.

Предметом досліджень є паливна економічність та екологічні показники трактора з дизелем при роботі за неусталених режимів з різними типами САРЧ.

Методи досліджень, що використовувались при виконанні роботи, включали в себе експериментальні методи, за допомогою яких було визначено: на безмоторному стенді - швидкісні характеристики ПНВТ 4УТН-М при застосуванні різних типів регуляторів; на моторному гальмівному стенді - паливо-економічні та енергетичні показники дизеля Д-241 при використанні різних типів регулювання його потужності в широкому діапазоні зміни швидкісних та навантажувальних режимів. За отриманими даними вдосконалено математичні моделі роботи дизеля. Проведено дорожні випробовування трактора МТЗ-80 для визначення впливу типу регулювання потужності дизеля на паливну економічність. Розрахунковими методами визначено коефіцієнт розсіювання енергії та екологічні показники при врахуванні величини розсіювання енергії при русі КТЗ з різними типами САРЧ ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей мікропрофілю.

Наукову новизну отриманих результатів роботи складають:

- уточнена математична модель руху КТЗ в умовах неусталених режимів, що враховує розсіювання частини енергії в коливальному процесі. В моделі вперше запропоновано метод розрахунку сумарного коефіцієнта розсіювання енергії в коливальному процесі при коливаннях крутного моменту двигуна.

- визначено, що обмеження коливань рейки ПНВТ в сторону збільшення подачі палива покращує паливну економічність і знижує викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами при роботі КТЗ за умов неусталених режимів руху.

- розроблена методика оцінювання економічних і екологічних показників двигуна при імітації руху КТЗ за неусталених режимів.

Практичне значення отриманих результатів роботи становлять:

- розроблений та виготовлений макетний зразок універсального регулятора на базі всережимного регулятора ПНВТ 4УТН-М;

- показники витрати палива дизелем Д-241 трактора МТЗ-80 під час руху дорогою з різними ступенями нерівностей її мікропрофіля при русі трактора з всережимним і гранично-всережимним регуляторами.

- отримані числові значення коефіцієнтів розсіювання енергії, що враховують величину втраченої енергії при русі КТЗ, який обладнаний всережимним та гранично-всережимним регуляторами.

Результати роботи прийняті для використання в ПАТ «АвтоКрАЗ» та ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДПРОЕКТ».

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати, що подані до захисту, отримані здобувачем самостійно та опубліковані в 23 наукових працях. Робота [5] виконана одноосібно. У роботах, виконаних у співавторстві, здобувачу належить: проведення досліджень по впливу типу регулятора на витрату палива дизелем за неусталених режимів руху [2, 3, 16, 17, 21, 22]; уточнення методики визначення коефіцієнта в'язкого тертя [4]; проведення випробувань на безмоторному та моторному стендах універсального регулятора ПНВТ та дорожніх випробувань трактора МТЗ-80 з різними типами САРЧ [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 20, 23]; розробка математичної моделі по визначенню впливу типу регулятора на сумарну токсичність дизеля за методикою Правил ЄЕК ООН №96 [12]; розробка схеми універсального регулятора частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння, на яку в співавторстві отримано патент України на корисну модель №58405 [14].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися на: 9-12 Міжнародній науково-технічній конференції «НАУКА – освіті, виробництву, економіці» Білоруського національного технічного університету в 2011-2014рр. (м. Мінськ), 68-70 науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів НТУ 2012-2014 р.р. (м. Київ), 1-ій Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті», в Луцькому національному технічному університеті 2012р. (м. Луцьк), 7 Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» в Житомирському державному технологічному університеті 2014 р. (м. Житомир).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 23 роботи, в тому числі 12 у фахових виданнях України, 1 – у іноземному виданні 8 – у матеріалах апробаційного характеру, отримано 1 патент на корисну модель, та 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Одну роботу виконано без співавторів.

Обсяг і структура дисертації. Робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, додатків і списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 206 сторінок, включаючи 165 сторінок основного тексту, 22 таблиці, 78 рисунків, 5 додатків та список використаних джерел з 152 найменувань.

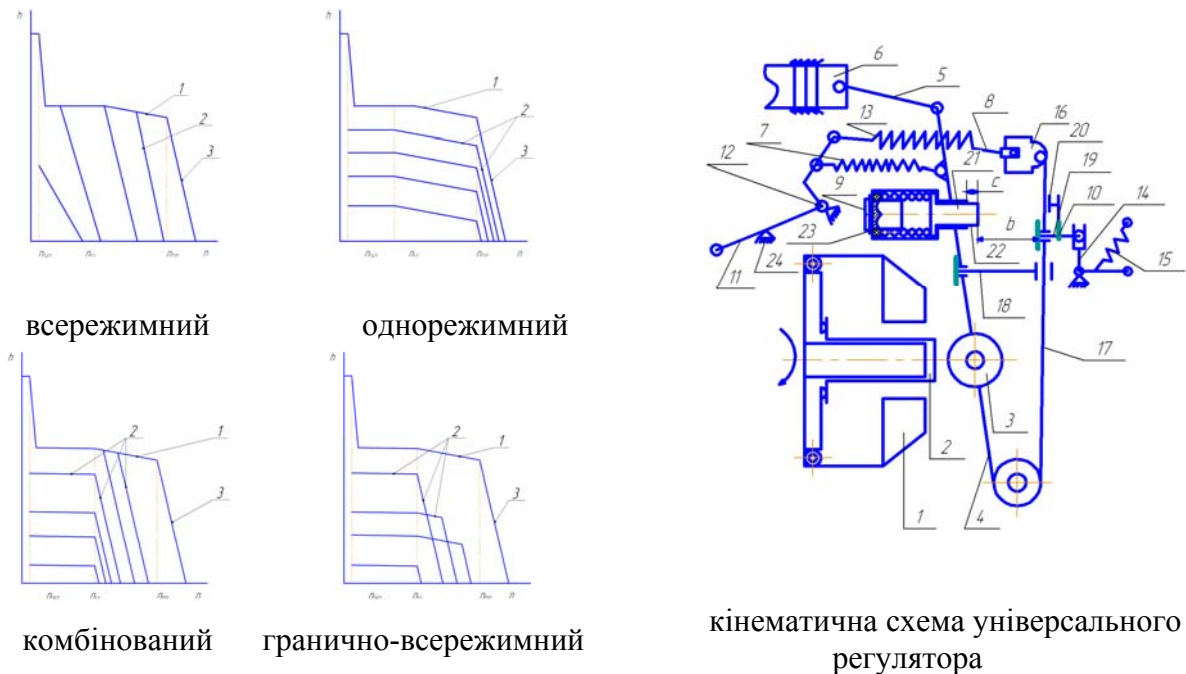
Основний зміст

У **вступі** проведено обґрунтування вибору теми, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

В **першому розділі** виконано аналіз основних експлуатаційних режимів роботи та підтверджено, що неусталені режими руху є основними при роботі КТЗ. Під час роботи на неусталених режимах погіршується паливна економічність двигуна, через розсіювання частини енергії: на подолання додаткових динамічних тисків в кінематичних парах трансмісії; на опір пружним коливанням в двигуні та трансмісії; на поглинання в матеріалах механічної енергії в значній кількості; на гістерезис в шинах.

Проведено аналіз, який показав переваги та недоліки всіх існуючих типів регуляторів. Тому під час вибору методу регулювання необхідно виходити з специфіки умов експлуатації, в яких буде застосовуватися дизель. Також в результаті аналізу попередніх досліджень встановлено, що при використанні всережимного регулятора має місце збільшення коливань крутного моменту в умовах неусталених режимів руху через великий коефіцієнт підсилення, а це, в свою чергу, спричиняє збільшення експлуатаційної витрати палива.

В **другому розділі** визначено, що одним з методів зменшення витрати палива в умовах неусталених режимів роботи є обмеження амплітуди коливань регулюючого органу подачі палива. Цього можна досягти застосуванням універсального регулятора, що дозволяє, залежно від виду виконуваних робіт, забезпечити: всережимне; однорежимне; комбіноване; гранично-всережимне регулювання. Швидкісні характеристики та кінематична схема універсального регулятора наведена на рис. 1.



1 – зовнішня коректорна характеристика, 2 – часткові швидкісні та регуляторні характеристики, 3 – зовнішня регуляторна характеристика;
с – хід штоку коректора, b – максимальний хід основного важеля

Рисунок 1 - Швидкісні характеристики та кінематична схема універсального регулятора

Універсальний регулятор зі зміною способу регулювання (рис. 1) надає можливість об'єднати технологічну необхідність використання на КТЗ сільськогосподарського призначення всережимного регулювання САРЧ з перевагами гранично-всережимного регулювання. У випадку роботи КТЗ в транспортному режимі цього досягають зміною способу регулювання. Наприклад, перемиканням на гранично-всережимне регулювання, при якому забезпечується зміщення зовнішньої коректорної характеристики на будь-якому частковому режимі роботи двигуна, роботу ПНВТ характеризує регуляторна гілка поблизу нової

зовнішньої коректорної характеристики, а рейка паливного насосу на кожному режимі має обмежувач її переміщення в бік збільшення подачі палива.

Регулятор складається з чутливого елемента 1, зв'язаного через муфту 2, з упором 3 двоплечого важеля 4 і тяги 5 з органом дозування палива 6, регулятор обладнаний пружиною пускового збагачувача 7, пружиною регулятора 8 і пружиною коректора 9. Важелем керування 11, регулятор встановлено на вісі 12, шарнірно з'єднано з пружиною регулятора 8, що з'єднана з сергою 16. Остання шарнірно з'єднана з основним важелем регулятора 17, який, в свою чергу, зв'язаний з проміжним важелем 4, обмежувачем максимальної пускової подачі 18. В корпусі коректора подачі палива 21 встановлено шток з фіксатором 22. В корпусі регулятора встановлено обмежувач номінальної подачі палива 19 з фіксатором 10 обмежувач 20 максимального ходу основного важеля 17, упор максимальної частоти обертання двигуна 24 і зворотна пружина 15 важеля 14.

Для проведення досліджень уточнено математичну модель САРЧ дизеля з врахуванням коливального руху КТЗ, яка дає повну картину розподілу потенційної енергії, що отримується при згоранні палива в двигуні і перетворення її в кінетичну енергію поступального, обертального і коливального руху КТЗ.

Рівняння тягового балансу з врахуванням коливального руху КТЗ має вид:

$$(I_{np} + I_{\delta}) \frac{\partial \omega_{\delta n}}{\partial t} = M_e - M_{\Sigma f} - M_{\delta}, \quad (1)$$

де I_{np} - зведений до осі колінчастого вала момент інерції КТЗ;

I_{δ} - момент інерції двигуна;

$\frac{\partial \omega_{\delta n}}{\partial t}$ - кутове прискорення колінчастого вала двигуна;

M_e - зведений момент рушійних сил (ефективний крутний момент двигуна);

$M_{\Sigma f}$ - зведений до вала двигуна момент всіх сил опору;

M_{δ} - зведений до вала двигуна момент розсіювання енергії.

З врахуванням втрат енергії на розсіювання рівняння тягового балансу КТЗ приведенне до осі колінчастого вала двигуна має вигляд:

$$M_e - M_{tm} - M_{\delta m} - M_{\delta} = M_{\Sigma f}, \quad (2)$$

де M_{tm} та $M_{\delta m}$ - моменти механічних втрат в трансмісії і приводі відбору потужності.

Ефективний крутний моменту двигуна визначаємо за залежністю:

$$M_e = M_{ik} - M_{\delta m}, \quad (3)$$

де M_{ik} - індикаторний крутний момент двигуна;

$M_{\delta m}$ - момент механічних втрат в двигуні.

Індикаторний крутний момент та момент механічних втрат визначається за залежностями:

$$M_{\delta m} = a + b\omega_{\delta n}, \quad (4)$$

$$M_{ik} = m_{112} \omega_{\partial n}^2 q_u + m_{12} \omega_{\partial n} q_u + m_2 q_u, \quad (5)$$

де $a, b, m_{112}, m_{12}, m_2$ – постійні дослідні коефіцієнти;
 $\omega_{\partial n}$ - кутова швидкість колінчастого вала двигуна;
 q_u - циклова подача палива.

Циклову подачу палива визначаємо за залежністю:

$$q_u = q_{12} \omega_{nn} h + q_1 \omega_{nn} + q_2 h + q_0, \quad (6)$$

де q_{12}, q_1, q_2, q_0 – постійні дослідні коефіцієнти;
 ω_{nn} - кутова швидкість колінчастого вала паливного насосу;
 h - координата рейки ПНВТ.

Координата рейки ПНВТ пов'язана з координатою муфти регулятора рівнянням:

$$h = u(z_{ns} - z), \quad (7)$$

де u – передаточне число важеля регулятора;

z_{ns} - максимальна координата муфти, що відповідає початку координат рейки

ПНВТ при повному вимкненні подачі палива насосом;

z - координата муфти регулятора.

Сумарний момент опору обертанню колінчастого вала в загальному випадку визначається з рівняння:

$$M_{\sum f} = M_m + M_{nm} + M_f + M_w + M_r + M_j, \quad (8)$$

де $M_m, M_{nm}, M_f, M_w, M_r, M_j$ – момент опору ґрунтооброблюючих робочих органів (якщо КТЗ працює в складі з ґрунтооброблюючим знаряддям), момент, що витрачається на привід збиральних машин, які потребують відбору потужності (якщо КТЗ працює в складі зі збиральною машиною); моменти, що витрачаються відповідно на подолання опору коченню та опору повітря; момент, що витрачається двигуном КТЗ при його русі на підйом чи набувається при спуску; момент, що витрачається двигуном КТЗ при його прискоренні чи набувається при сповільненні.

Момент розсіювання енергії, що діє на коливальні маси двигуна і трансмісію КТЗ визначаємо за залежністю:

$$M_o = \xi \frac{\partial \varphi_3}{\partial t}, \quad (9)$$

де ξ – коефіцієнт розсіювання енергії;

φ_3 - кут закручування одномасової системи КТЗ.

Рівняння динамічної рівноваги регулятора:

$$m_{np} \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} + \nu \frac{\partial z}{\partial t} + E = P_e, \quad (10)$$

де m_{np} – приведена до муфти маса всіх рухомих деталей регулятора;

ν - коефіцієнт в'язкого тертя;

P_e - відцентрова сила вантажів регулятора;

E - відновлююча сила регуляторних пружин.

Відновлююча сила регуляторних пружин при зменшенні навантаження зовнішньої збуджуючої дії визначається за залежністю:

$$E_K = c_k(y_K + z), \quad (11)$$

де c_k – жорсткість пружин коректора;

y_K - попередній натяг коректорних пружин.

Відновлююча сила регуляторних пружин при збільшенні навантаження зовнішньої збуджуючої дії:

$$E_P = c_{np}(y + z), \quad (12)$$

де c_{np} – жорсткість пружини регулятора;

y - попередній натяг пружини регулятора.

Відцентрова сила вантажів регулятора визначається за залежністю:

$$P_e = p_{11}\omega_{nm}^2 + p_{12}\omega_{nm}z + p_1\omega_{nm} + p_2z + p_0, \quad (13)$$

де $p_{11}, p_{12}, p_1, p_2, p_0$ – постійні коефіцієнти.

Система диференціальних рівнянь для двигуна КТЗ з гранично-всережимним регулятором при зменшенні (E_K) навантаження зовнішньої збуджуючої дії на коректорній гілці та збільшенні (E_P) навантаження зовнішньої збуджуючої дії на регуляторній гілці. Вирішення системи диференціальних рівнянь проводиться методом числового інтегрування відносно похідної найвищого порядку числовими засобами MathCAD

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \omega_{\partial n}}{\partial t} = \frac{M_{ik} - M_{\partial m} - M_{mm} - M_f - M_w - M_r - |M_{\partial}|}{I_{np} + I_{\partial}} \\ \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = \frac{P_B - E_{(K,P)} - v \frac{\partial z}{\partial t}}{m_{np}} \\ \frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial t^2} = \frac{M_{ik} - |M_{\partial}| - M_n}{I_{np} + I_{\partial}} \end{array} \right. \quad (14)$$

Розроблено математичну модель, для визначення питомих викидів ШР з ВГ, яка дає змогу врахувати величину розсіювання енергії. Поліном витрати палива та масових викидів ШР з ВГ з врахуванням розсіювання частини енергії:

$$G_{ie} = a_0 + a_1\omega_{\partial n} + a_2(M_e - M_{\partial}) + a_5\omega_{\partial n}(M_e - M_{\partial}) + a_3(M_e - M_{\partial})^2 + a_4\omega_{\partial n}^2 + a_8(M_e - M_{\partial})^2\omega_{\partial n} + a_9(M_e - M_{\partial})\omega_{\partial n}^2 + a_6(M_e - M_{\partial})^3 + a_7\omega_{\partial n}^3, \quad (15)$$

де G_{ie} - витрата (викиди) i -ої величини;

$a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ – постійні коефіцієнти полінома.

Теоретична оцінка величини розсіювання енергії в трансмісії автомобіля в кожному елементі окремо не може дати задовільних кількісних характеристик, в зв'язку з великою кількістю факторів, що впливають на розсіювання енергії.

Тому більш доцільним є не дослідження кожного елементу, а визначення сумарної величини розсіювання енергії у всій системі.

Розрахунково-експериментальна методика визначення коефіцієнта розсіювання енергії в коливальному русі КТЗ ξ , що входить в рівняння (9) визначення моменту розсіювання енергії визначається з врахуванням кількості затраченої на розсіювання теплоти Q_δ , середнього значення затраченої на розсіювання потужності N_δ та значення моменту розсіювання M_δ . Середнє значення зведеного кута закручування колінчатого вала визначаємо за рівнянням:

$$\Delta\varphi_{\text{сер}} = \frac{A_{M\text{сер}}}{C_{\text{прт}}}, \quad (16)$$

де $A_{M\text{сер}}$ - амплітуда коливань крутного моменту, Н·м;

$C_{\text{прт}}$ - приведена до осі колінчастого вала крутильна жорсткість.

Коефіцієнт розсіювання енергії визначається за залежністю:

$$\xi = \frac{M_\delta}{\frac{\partial\varphi}{\partial t}}, \quad (17)$$

Приріст коефіцієнта розсіювання енергії за 1/4 періоду коливань T :

$$\Delta\xi = M_\delta \frac{T}{4\Delta\varphi_{\text{сер}}}. \quad (18)$$

У відповідності з прийнятими умовами, що загальний коефіцієнт розсіювання енергії ξ лінійно залежить від амплітуди коливань крутного моменту (A_M) рис. 2. Приймаючи, що величина енергії, яка розсіюється, рівна нулю при відсутності A_M .

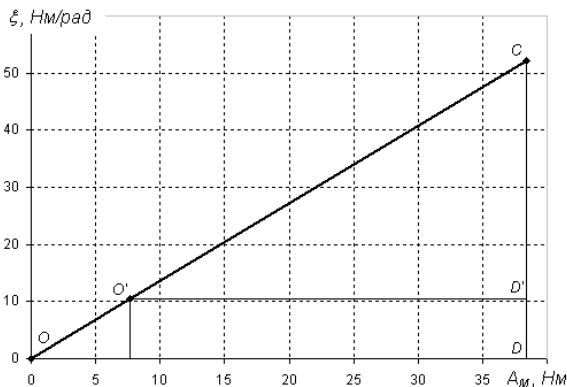


Рисунок 2 - Зміна коефіцієнта демпфування в залежності від амплітуди коливань крутного моменту

зменшення викидів ШР.

Відповідно до мети задачі експериментальних досліджень включали:

- визначення швидкісних характеристик паливоподачі ПНВТ 4УТН-М, швидкісних та навантажувальних характеристик дизеля Д-241 зі всережимним, однорежимним, гранично-всережимним і комбінованим регуляторами;

З подібності трикутників OCD і $O'CD'$ пропорцією визначаємо $\xi = \Delta\xi \frac{A_M^B}{A_M^B - A_M^{GB}}$. (19)

В третьому розділі наведено мету і задачі безмоторних та моторних досліджень, описана методика обробки отриманих результатів випробувань.

Метою моторних досліджень є вибір раціонального способу регулювання потужності дизеля, що забезпечуватиме зниження нецільових втрат енергії за неусталених режимів роботи КТЗ для покращення паливної економічності та

- визначення серії навантажувальних характеристик дизеля для отримання поліноміальних залежностей, що описують енергетичні, паливно-економічні і екологічні показники двигуна в різних швидкісних і навантажувальних режимах для вирішення диференційних рівнянь;

- визначення коефіцієнта в'язкого тертя регулятора та перевірка адекватності динамічної математичної моделі САРЧ дизеля.

Результати випробувань дизеля Д-241 з паливним насосом 4УТН-М при різних методах регулювання потужності дизеля наведено на рис. 3.

Моторні дослідження були проведені за різних частот обертання та при різних навантаженнях на дизель Д-241. На рис. 4 показано навантажувальні характеристики дизеля Д-241, отримані при частоті обертання колінчастого вала $n = 1100 \text{ хв}^{-1}$. Програма дослідження була складена таким чином, щоб охопити всі основні режими роботи дизеля.

У четвертому розділі наведено мету і задачі дорожніх випробувань трактора МТЗ-80 з різними типами регуляторів частоти обертання колінчастого вала дизеля.

У четвертому розділі наведено мету і задачі дорожніх випробувань трактора МТЗ-80 з різними типами регуляторів частоти обертання колінчастого вала дизеля.

Метою дорожніх випробувань було визначення оптимального способу регулювання потужності дизеля, в умовах неусталених режимів руху трактора МТЗ-80, який забезпечує зниження нецільових втрат енергії.

У відповідності до мети в задачі входило проведення випробувань трактора МТЗ-80 з різними методами регулювання потужності дизеля щодо визначення впливу методу регулювання за неусталених навантажень на економічні показники КТЗ при його русі з постійною швидкістю ґрунтовою дорогою на різних передачах без причепа та з причепом за різних ступенів нерівностей її мікропрофіля. Для виключення впливу на результати експерименту суб'єктивних чинників (зокрема майстерності водія) при випробуваннях були створені однакові умови руху, що імітували рух КТЗ в сільськогосподарських

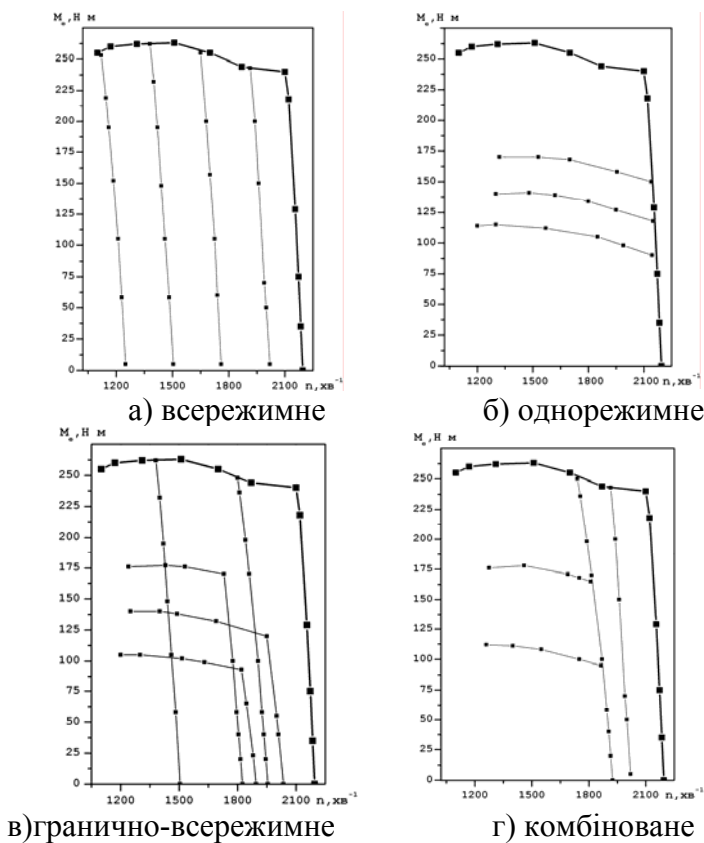


Рисунок 3 – Швидкісні характеристики дизеля Д-241 при різних методах регулювання

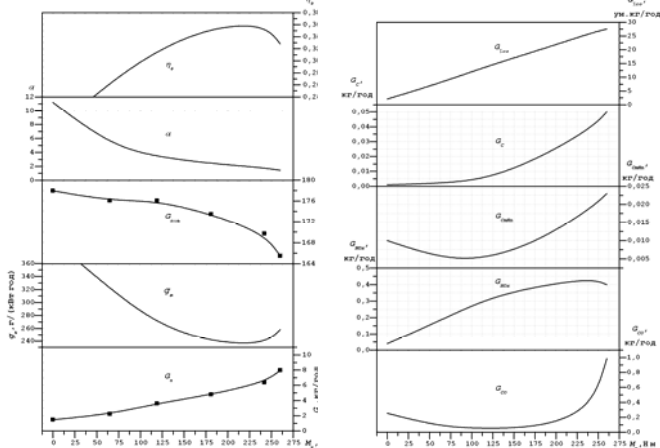


Рисунок 4 - Навантажувальна характеристика двигуна Д-241 при $n = 1100 \text{ хв}^{-1}$

процесах: постійна швидкість за фіксованого положення важеля керування подачею палива на найбільш поширених в цих процесах передачах.

При русі трактора ґрунтовою дорогою миттєву витрату палива визначали об'ємним витратоміром моделі EDM 1403 (q =л/год), електричний сигнал від якого подавався через USB Oscilloscope на портативний ПК. В залежності від величини циклової подачі палива, період замірювання об'ємної дози складав від 6 до 30 обертів колінчатого вала двигуна.

На рис. 5, 6, 7, 8 наведено гістограми миттєвої витрати палива та осцилограми коливання крутного моменту (рейки паливного насосу) при русі трактора МТЗ-80 за всережимного та гранично-всережимного регулювання потужності по ґрунтовій дорозі з незначними та значними нерівностями мікропрофіля її поверхні.

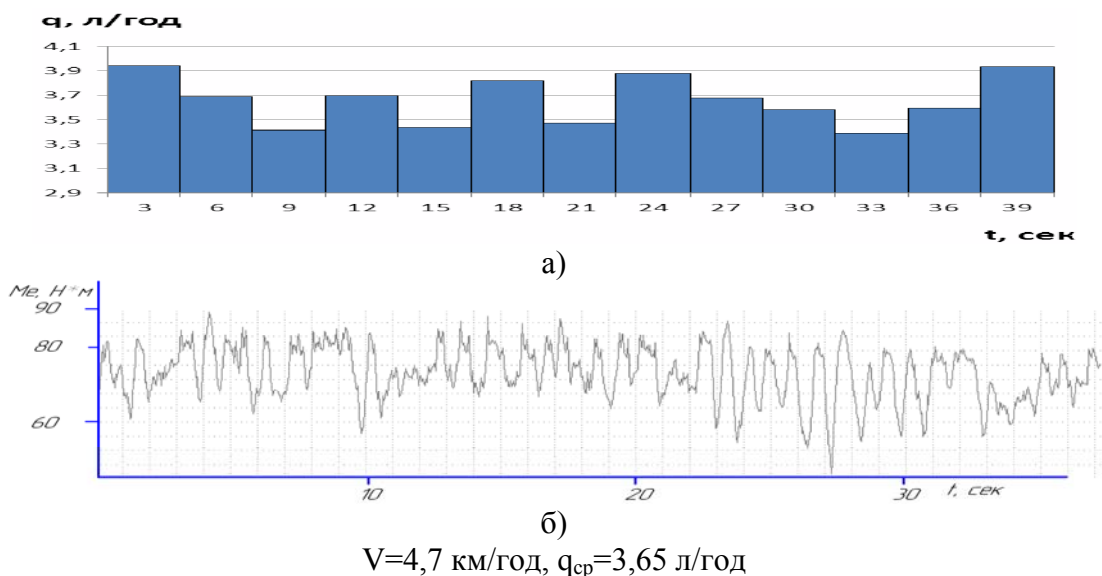


Рисунок 5 - Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора з всережимним регулятором на третій передачі по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями.

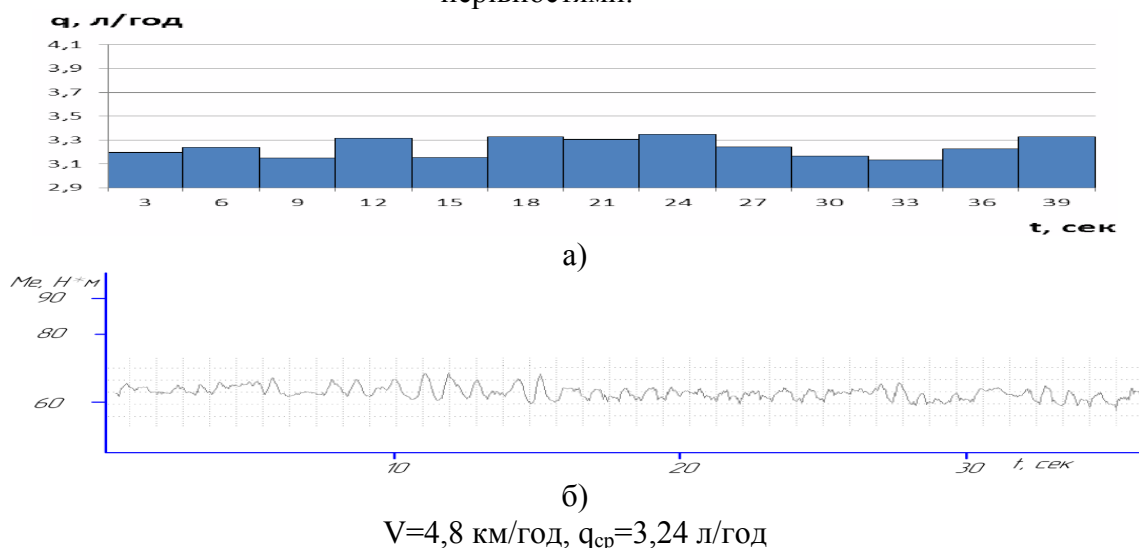
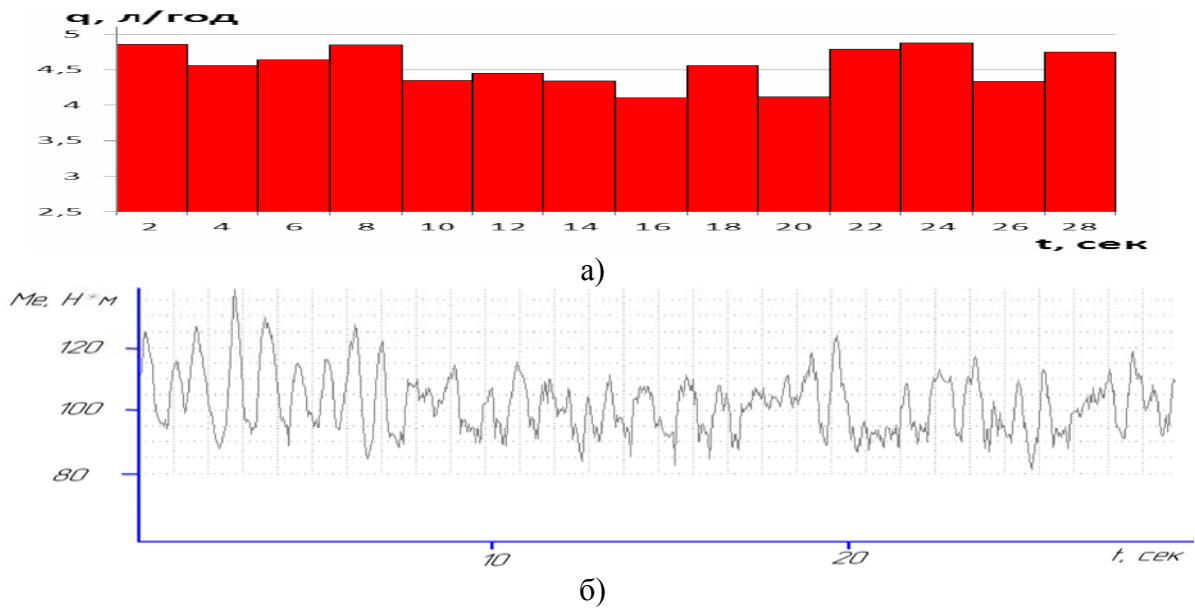
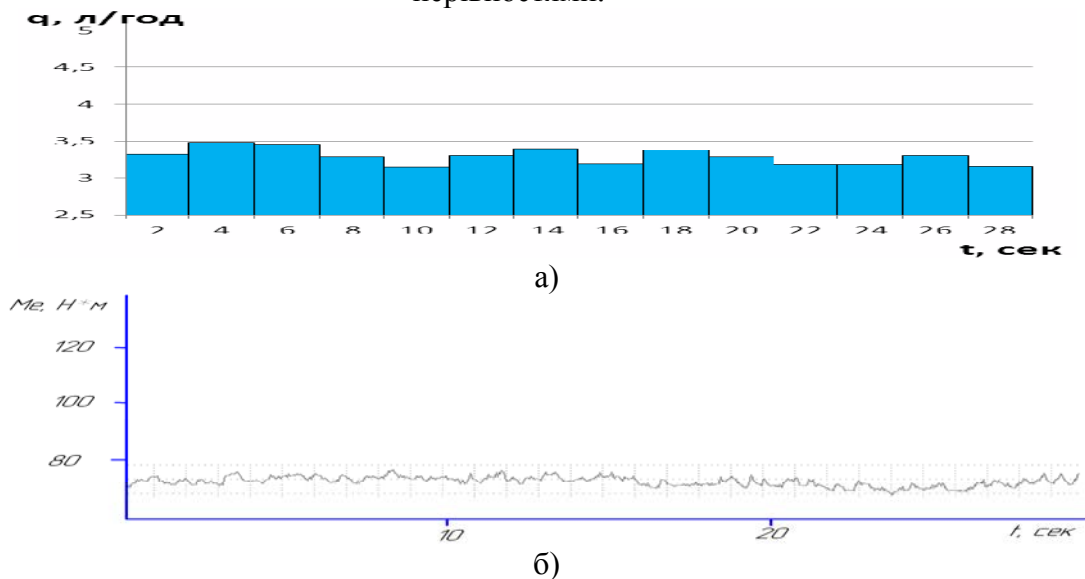


Рисунок 6 - Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора з гранично-всережимним регулятором на третій передачі по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями.



$$V=4,9 \text{ км/год}, q_{\text{ср}}=4,54 \text{ л/год}$$

Рисунок 7 - Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора на третій передачі з всережимним регулятором по ґрунтовій дорозі з значними нерівностями.



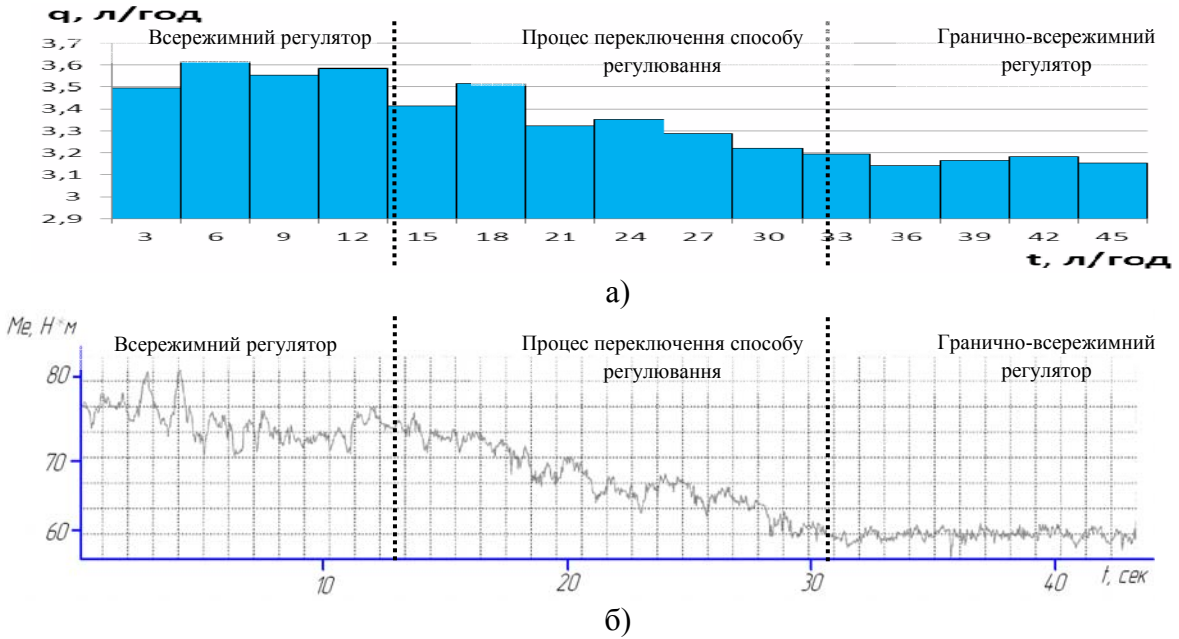
$$V=4,7 \text{ км/год}, q_{\text{ср}}=3,42 \text{ л/год}$$

Рисунок 8 - Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора з гранично-всережимним регулятором на третій передачі по ґрунтовій дорозі з значними нерівностями.

Аналіз результатів досліджень залежностей витрати палива рис. 5, 6, 7, 8 показує, що при русі трактора з гранично-всережимним регулятором на третій передачі ґрунтовою дорогою з незначними нерівностями, для конкретного прикладу, витрата палива на 11% менша ніж з всережимним регулятором, а при русі дорогою з значними нерівностями середня витрата палива зменшується до 25%.

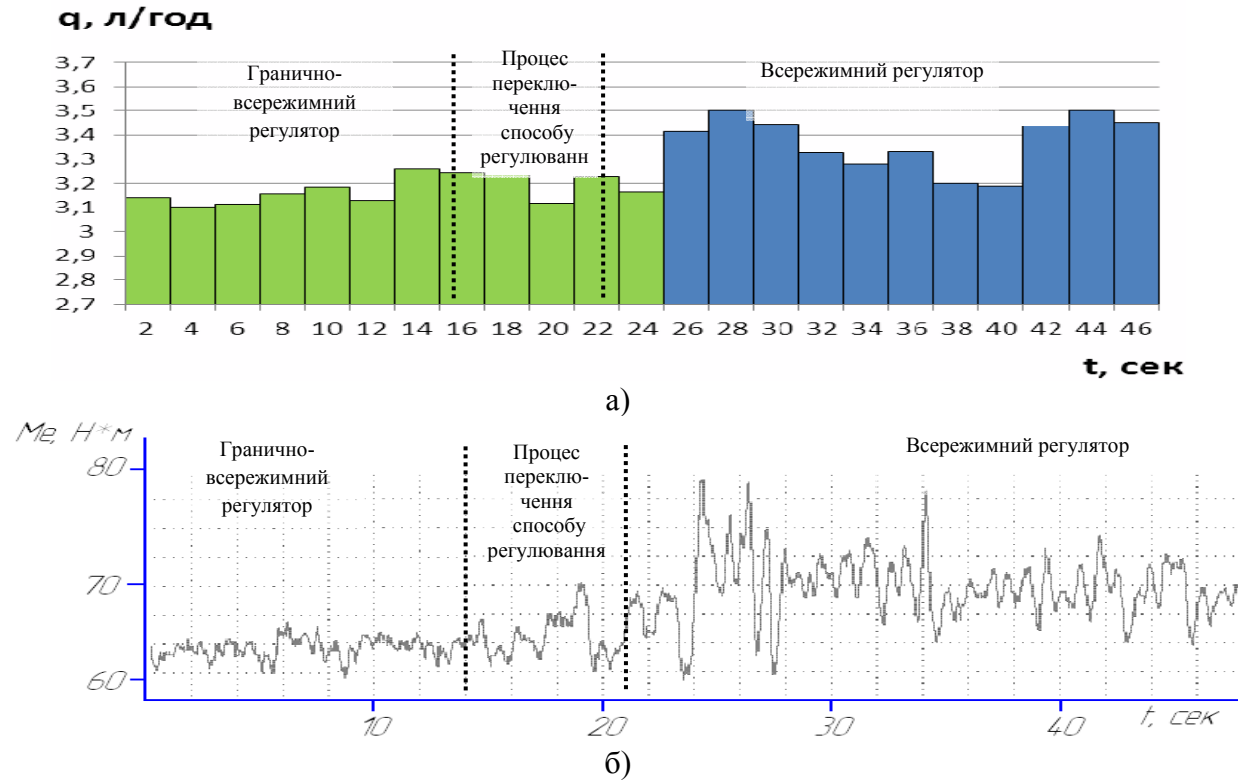
На рис. 9 і 10 у вигляді гістограм показано приклади залежності зміни витрати палива від часу руху t , з інтервалом приблизно кожні 3 с, при русі трактора на третій передачі при перемиканні регулятора з всережимного на гранично-всережимне

регулювання і навпаки по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями та наведено осцилограми коливань крутного моменту КТЗ при тих же умовах руху.



При русі з всережимним регулятором $V = 4,6$ км/год, $q_{cp} = 3,5$ л/год, при русі з гранично-всережимним регулятором $V = 4,7$ км/год, $q_{cp} = 3,21$ л/год

Рисунок 9 - Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора при перемиканні всережимного на гранично-всережимний регулятор на третій передачі по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями.



При русі з гранично-всережимним регулятором $V = 4,8$ км/год, $q_{cp} = 3,12$ л/год, при русі з всережимним регулятором $V = 4,7$ км/год, $q_{cp} = 3,36$ л/год.

Рисунок 10 - Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора при перемиканні з гранично-всережимного на всережимне регулювання при русі на третій передачі по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями.

Аналіз результатів досліджень залежностей витрати палива рис. 9 та 10 показує, що при русі трактора при перемиканні всережимного на гранично-всережимне регулювання на третій передачі ґрунтовою дорогою з незначними нерівностями в результаті зменшення амплітуди коливань крутного моменту двигуна витрата палива з гранично-всережимним регулятором знижується на 8,3% та 7,1% відповідно.

В п'ятому розділі наведені результати розрахункових досліджень на математичних моделях коефіцієнта розсіювання енергії, витрати палива і викидів ШР з ВГ. Коефіцієнт розсіювання енергії визначимо з результатів дорожніх випробувань КТЗ на порівняльну паливну економічність при його русі в умовах неусталених навантажень ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля з всережимним та гранично-всережимним регуляторами за запропонованою методикою.

На рис. 11 та 12 показані залежності зміни приросту коефіцієнта розсіювання енергії $\Delta\xi$ та частки перевитраченого палива $\Delta G_{\text{п}}$, % від приросту амплітуди коливань крутного моменту $\Delta A_{\text{Ме}}$ двигуна Д-241 при русі трактора МТЗ-80 ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля. Аналіз залежностей, що наведено на рис. 11, показує, що приріст коефіцієнта розсіювання енергії $\Delta\xi$ практично пропорційно збільшується зі збільшенням приросту амплітуди коливань $\Delta A_{\text{Ме}}$ крутного моменту. Крім того приріст коефіцієнта розсіювання енергії $\Delta\xi$ також залежить від частоти коливань крутного моменту f . Зі збільшенням частоти коливань крутного моменту приріст коефіцієнта розсіювання енергії $\Delta\xi$, при русі КТЗ без причепа знижується, як показано на рис. 11а, а при русі трактора МТЗ-80 з причепом навпаки збільшується, як показано рис 11б.

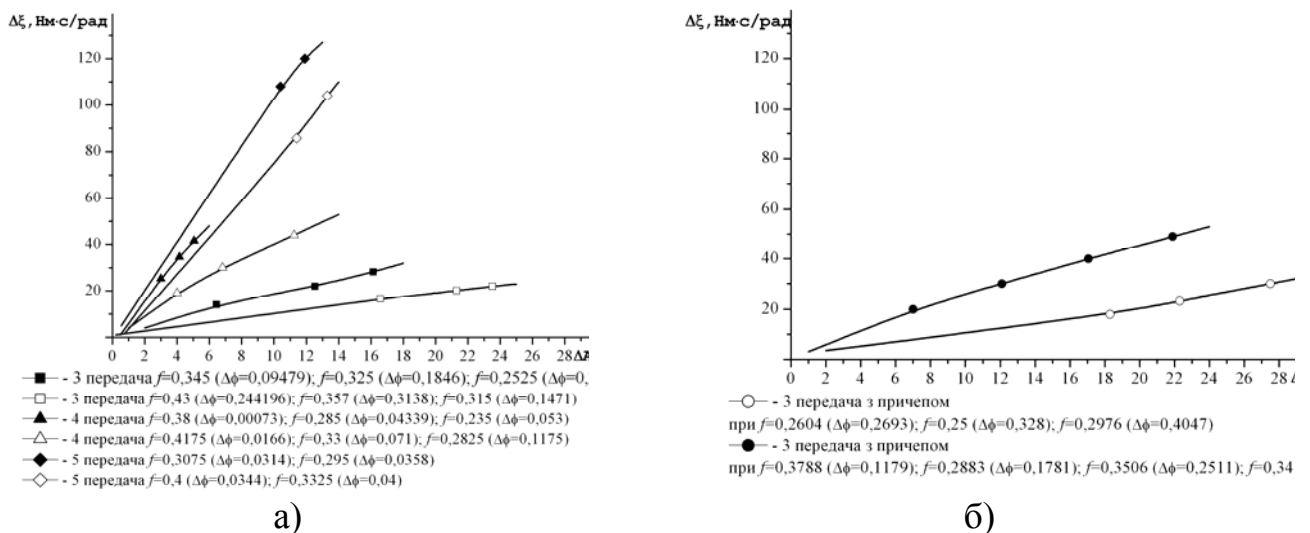


Рисунок 11 - Зміна коефіцієнта розсіювання енергії від амплітуди і частоти коливань крутного моменту трактора МТЗ-80 при русі ґрунтовою дорогою з різними степенями нерівностей

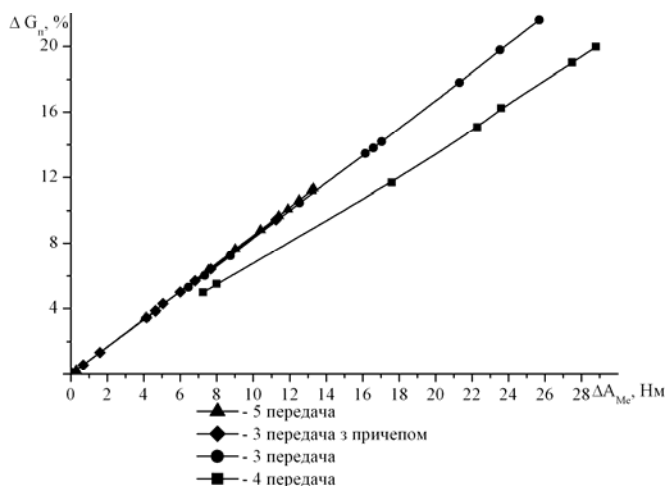


Рисунок 12 - Залежність збільшення частки (%) перевитраченого палива при русі трактора МТЗ-80 ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля з всережимним регулятором від амплітуди коливань крутного моменту

врахування зміни витрати палива, викидів ШР та оцінки впливу конструктивних особливостей двигуна, наприклад, типу регулятора дизеля, на вище вказані показники, при русі КТЗ в умовах неусталених режимів руху дорогами з різними значеннями нерівностей їх мікропрофіля, враховували шляхом математичного моделювання неусталені режими роботи, використовуючи квазістатичні характеристики, отримані при випробуваннях дизеля Д-241 на моторному стенді.

В табл. 1 наведені результати розрахунків на математичній моделі питомих викидів ШР з ВГ в усталених режимах роботи, а також при врахуванні неусталених режимів за 8-ми ступеневим випробувальним циклом при різних величинах розсіювання енергії.

Таблиця 1

Результати розрахунків питомих викидів шкідливих речовин в режимах 8-ми ступеневого дискретного циклу при імітації неусталених режимів руху КТЗ зі всережимним і гранично-всережимним регуляторами

Тип регулятора	Питомі викиди шкідливих речовин, г/кВт·год					
	q_{CO}	q_{CmHn}	q_{NOx}	q_C	Σq_{CO}	$\Delta, \%$
Гранично-всережимний регулятор $M_\delta = 0$	6,6	0,43	14,51	0,65	631,7	
Всережимний регулятор $M_\delta = 0,05M_e$	6,9	0,45	15,2	0,72	663,6	5
Всережимний регулятор $M_\delta = 0,1M_e$	7,3	0,48	16,02	0,81	701,2	10,9
Всережимний регулятор $M_\delta = 0,15M_e$	7,7	0,51	16,9	0,92	744,8	17,9

Розрахунки питомих викидів ШР на статичній математичній моделі при врахуванні неусталених режимів роботи двигуна показують, що питомі викиди всіх ШР на неусталених режимах для прикладів, що розглядаються при русі КТЗ з всережимним регулятором, збільшуються пропорційно збільшенню моменту

розсіювання енергії. Результати розрахунків питомих викидів ШР показали, що зниження сумарної токсичності при використанні гранично-всережимного регулятора в порівнянні з всережимним складає: при $0,05M_e$ - 5%, при $0,1M_e$ - 10,9%, а при $0,15M_e$ - 17,9%. Отже, використання гранично-всережимного регулятора за неусталених режимів роботи дає змогу знизити сумарну токсичність відпрацьованих газів дизеля.

ВИСНОВКИ

1. Підтверджено, що основними експлуатаційними режимами роботи колісних транспортних засобів є неусталені режими руху з частковим використанням потужності. При роботі в цих режимах погіршується паливна економічність двигуна, через розсіювання частини енергії: на подолання додаткових динамічних тисків в кінематичних парах трансмісії; на опір пружним коливанням в двигуні та трансмісії; на поглинання в матеріалах механічної енергії в значній кількості; на гістерезис в шинах.

2. Аналіз всіх існуючих типів регуляторів, показав, що неможливо вибрати якийсь один метод регулювання, який підходив би для всіх дизелів, які використовуються на різних за призначенням колісних транспортних засобах. Під час вибору методу регулювання необхідно виходити з специфіки умов експлуатації в яких буде застосовуватись дизель, умов руху і характеру виконуваних робіт. Вперше розроблено універсальний регулятор, що дає змогу вибірково, при русі КТЗ змінювати метод регулювання дизеля в залежності від характеру виконуваної роботи.

3. Уточнена математична модель САРЧ дизеля з врахуванням коливального руху КТЗ, яка дає повну картину розподілення потенційної енергії, що отримується при згоранні палива в двигуні і перетворення її в кінетичну енергію поступального, обертального і коливального руху КТЗ, а також вперше розроблена методика визначення сумарного коефіцієнта розсіювання енергії в умовах неусталених режимів руху КТЗ, яка дала змогу провести оцінку впливу типу регулятора та стану мікропрофіля дороги на величину розсіювання енергії.

4. Дослідження впливу способу регулювання дизеля на його витрату палива в умовах неусталених режимів руху ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля показали, що гранично-всережимне регулювання дозволяє зменшити витрату палива КТЗ в порівнянні з всережимним регулюванням на 6-25 %, причому чим гірший стан поверхні мікропрофіля дороги, тим вища економічна ефективність використання гранично-всережимного регулятора.

5. Розроблено методику, яка дала змогу дослідити показники роботи дизеля КТЗ в неусталених режимах руху за програмою 8-ми ступеневого випробувального циклу. Розрахунки питомих викидів ШР на статичній математичній моделі при врахуванні неусталених режимів роботи двигуна показали, що зниження викидів ШР при використанні гранично-всережимного регулятора в порівнянні з всережимним складає: при $0,05M_e$ - 5%, при $0,1M_e$ - 10,9%, а при $0,15M_e$ - 17,9%.

6. За результатами дорожніх досліджень трактора МТЗ-80 підтверджено, що частина енергії двигуна при русі КТЗ на різних передачах дорогою з різними

значеннями нерівностей її мікропрофілю розсіюється в незворотній формі та визначено значення коефіцієнтів розсіювання енергії.

7. Розрахунки на математичній моделі витрат палива, повітря і масових викидів ШР з ВГ показали, що різниця розрахункових і експериментальних даних витрат палива, повітря і масових викидів ШР не перевищує 2%, що свідчить про адекватність поліноміальних залежностей математичної моделі.

8. Результати дослідження прийняті до використання ХК «АвтоКрАЗ» та ДП «ДержавтотрансНДІпроект».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. Говорун А.Г. Результати польових випробувань трактора МТЗ-80 з різними способами регулювання дизеля / А.Г. Говорун, А.О. Корпач, М.П. Сельський, П.В. Куций // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту : наук.-вироб. зб. / Автомобільно-дорожній ін-т Донец. нац. техн. ун-ту. – Горлівка: 2010 №1 (10), с. 110-115.

2. Говорун А.Г. Вплив обмежувача вимушених коливань рейки ПНВТ на її амплітуду за неусталених режимів руху КТЗ / А.Г. Говорун, М.П. Сельський, П.В. Куций // Автошляховик України, №3 (221), Київ, 2011 р., с. 14-28.

3. Говорун А.Г. Вплив різних типів систем автоматичного регулювання частоти обертання на роботу дизелів / А.Г. Говорун, М.П. Сельський, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету Ч.1 – К.: НТУ, 2011. – Випуск 24. – 82-86 с.

4. Говорун А.Г. Про деякі особливості уточнення методики визначення коефіцієнта язкісного тертя в механічних регуляторах / А.Г. Говорун, М.П. Сельський, П.В. Куций // Вісник Севастопольського Національного технічного університету, збірник наукових праць - Севастополь, 2012. №134/2012. – с. 145-148.

5. Куций П.В. Зменшення негативного впливу коливань рейки паливного насосу на паливну економічність дизеля за неусталених режимів роботи / П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету Ч.1 – К.: НТУ, 2012. – Випуск 26. – 155-159 с.

6. Говорун А.Г. Гранично-всерезимне регулювання частоти обертання колінчастого вала колісного транспортного засобу сільськогосподарського призначення / А.Г. Говорун, М.П. Сельський, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету – К.:НТУ, 2013.– Випуск 27.–с.150-155.

7. Говорун А.Г. Вплив способу регулювання двигуна КТЗ на витрату палива за умов неусталених режимів руху / А.Г. Говорун, М.В.Павловський, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету – К.:НТУ, 2013.– Випуск 28.– с.104-110.

8. Говорун А.Г. Результати дорожніх випробувань колісного транспортного засобу в умовах неусталених режимів руху / А.Г. Говорун, Л.П. Мержиєвська, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету – К.:НТУ, 2014.– Випуск 31. – с. 111-117.

9. Говорун А.Г. Вплив стану дорожнього покриття на витрату палива / А.Г. Говорун, П.В. Куций // Автошляховик України, №1 (237), Київ, 2014 р., с. 14-16.

10. Говорун А.Г. Експериментальні дослідження механічного регулятора паливного насосу 4УТН-М, з параметрами, що забезпечують зміну принципу регулювання двигуном руху / А.Г. Говорун, М.В.Павловський, П.В. Куций // Вісник Житомирського державного технологічного університету №2 (69), Житомир, 2014 р., с. 81-84.

11. Говорун А.Г. Результати дорожніх випробувань колісного транспортного засобу з універсальним регулятором частоти обертання колінчастого вала дизеля / А.Г. Говорун, О.А. Клименко, П.В. Куций // Автошляховик України, №6 (242), Київ, 2014 р., с. 2-5.

12. Говорун А.Г. Розрахункові дослідження на математичних моделях витрати палива та викидів шкідливих речовин в режимах 8-ми ступеневого циклу за усталених і при імітації неусталених режимів роботи дизеля / А.Г. Говорун, М.В.Павловський, П.В. Куций // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К. НТУ, 2014. - №14 (1) – с.32-41.

Публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав з напрямку

13. Говорун А.Г. Определение потерь энергии КТС в условиях неустановившихся режимов движения / А.Г. Говорун, М.П. Сельский, П.В. Куций // Science and Education a New Dimension Natural and Technical Science, - Hungary, 2013. - Vol. 8,2013.- с.92-98.

Патент України на корисну модель

14. Говорун А.Г. Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння. / А.Г. Говорун, А.О. Корпач, П.В. Куций // Патент на корисну модель UA №58405, МПК, F02D 1/04. Заявка №u201011574 від 29.09.2010, опубл. Бюл. №7, 11.04.2011.

Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір

15. Говорун А.Г. Результати дорожніх випробувань трактора з різними способами регулювання дизеля з визначення впливу неусталених навантажень на паливну економічність / А.Г. Говорун, М.В. Павловський, П.В. Куций // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №58694 від 18.02.2015.

Опубліковані праці апробаційного характеру

16. Сельский М.П. Влияние типа регулятора частоты вращения двигателя внутреннего сгорания на расход топлива в условиях эксплуатации / М.П. Сельский, П.В.Куций // Материалы 9-й научно-технической международной научно-технической конференции «НАУКА – Образованию, Производству, Экономике». – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2011. – с. 29.

17. Говорун А.Г., Уменьшение негативного влияния амплитуды колебаний рейки топливного насоса все режимного регулятора ТНВД / А.Г. Говорун, М.П. Сельский, П.В. Куций // Материалы 11 международной научно-технической конференции «НАУКА – Образованию, Производству, Экономике», – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2013, Том2.

18. Говорун А.Г. Зменшення впливу коливань рейки ПНВТ при використанні все режимного регулятора частоти обертання колінчастого вала / А.Г. Говорун, П.В. Куций // 69 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету, НТУ: тези доповідей. - К:НТУ, - 2013, с. 19.

19. Говорун А.Г. Вплив коливань рейки паливного насосу високого тиску дизеля на витрату палива в умовах експлуатації / А.Г. Говорун, М.П. Сельский, П.В. Куций // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті», Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2012. – с. 14-15.

20. Говорун А.Г. Зменшення витрат палива колісного транспортного засобу за неусталених режимів руху / А.Г. Говорун, П.В. Куций // 70 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету, НТУ: тези доповідей. - К:НТУ, - 2014, с. 20.

21. Сельский М.П. Влияние ограничителя колебаний рейки ТНВД на ее амплитуду при неустановившихся режимах движения КТС. / М.П. Сельский, П.В. Куций // Материалы 10-й научно-технической международной научно-технической конференции «НАУКА – Образованию, Производству, Экономике», – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2012. Том, 2. – с. 78-79.

22. Говорун А.Г. Вплив системи автоматичного регулювання частоти обертання колінчастого вала на роботу дизеля / А.Г. Говорун, П.В. Куций // 68 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету, НТУ: тези доповідей. - К:НТУ, - 2013, с. 21.

23. Говорун А.Г. Особенности работы двигателя транспортных средств с предельно-всережимным регулятором топливных насосов высокого давления / А.Г. Говорун, П.В. Куций // Материалы 12-й научно-технической международной научно-технической конференции «НАУКА – Образованию, Производству, Экономике», – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2014. – с. 58.

АНОТАЦІЯ

Куций П.В. Покращення експлуатаційних показників транспортних засобів в неусталених режимах оптимізацією параметрів системи автоматичного регулювання дизелів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Національний транспортний університет. – Київ, 2015.

Дисертація присвячена дослідженню впливу типу системи автоматичного регулювання дизеля, яка використовується при роботі за неусталених режимів на втрати енергії на розсіювання, збільшення витрати палива і емісії шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

В роботі уточнено математичну модель системи автоматичного регулювання дизеля з механічним регулятором, що дозволяє дослідити вплив неусталених

режимів роботи на втрати частини енергії двигуна на розсіювання, а також на зміну його енергетичних показників, паливну економічність та викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами колісного транспортного засобу з різними типами системи регулювання.

Встановлена можливість впливати на паливну економічність та емісію шкідливих речовин з відпрацьованими газами використанням універсального регулятора частоти обертання колінчастого вала дизеля.

Ключові слова: регулятор частоти обертання колінчастого вала, дизель, неусталені режими роботи, паливна економічність, емісія шкідливих речовин.

АНОТАЦІЯ

Куций П.В. Улучшение эксплуатационных показателей транспортных средств в неустановившихся режимах оптимизацией параметров системы автоматического регулирования дизелей. – Рукопись.

Диссертация для получения научной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – Эксплуатация и ремонт транспортных средств. – Национальный транспортный университет. – Киев, 2015.

Улучшение топливной экономичности двигателей КТС при выполнении технологических сельскохозяйственных операций является одним из основных направлений деятельности, который может обеспечить снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Диссертация посвящена исследованию влияния типа системы автоматического регулирования дизеля, что используется во время работы в неустановившихся режимах на потери энергии на рассеивание, увеличение расхода топлива и эмиссии вредных веществ с отработавшими газами.

В результате исследований установлено, что основными режимами эксплуатации КТС являются неустановившиеся режимы с частичным использованием мощности. При работе на этих режимах ухудшается топливная экономичность двигателя из-за рассеивания части энергии: при дополнительных динамических давлениях в кинематических парах трансмиссии; при сопротивлении упругим колебаниям в двигателе и трансмиссии; при поглощении в материалах механической энергии в значительном количестве; при гистерезисе в шинах. Также установлено, что невозможно выбрать один способ регулирования, который подходил бы для всех дизелей, которые используются на различных за назначением КТС. Поэтому разработан универсальный регулятор который дает возможность выборочно, во время движения КТС изменять метод регулирования дизеля в зависимости от характера выполняемой работы.

В работе уточнена математическая модель системы автоматического регулирования дизеля с механическим регулятором, что позволяет исследовать влияние неустановившихся режимов работы на потери части энергии двигателя на рассеивание, а также на изменение его энергетических показателей, топливную экономичность и выбросы вредных веществ с отработавшими газами колесного транспортного средства с разными типами системы регулирования. Впервые разработана методика определения суммарного коэффициента рассеивания энергии в условиях неустановившихся режимов движения КТС.

В результате проведенных моторных исследований двигателя Д-241 получены значения всех величин для определения коэффициентов полиномиальных зависимостей, который описывают его как источник энергии, выбросов ВВ и потребителя топлива при установившихся режимах работы. Также разработана методика исследований показателей работы двигателя КТС при учете неустойчивых режимов движения в условиях 8-ми ступенчатого испытательного цикла. В результате проведенных расчетов удельных выбросов ВВ с ОГ на статической математической модели при учете неустойчивых режимов работы двигателя установлено, что удельные выбросы ВВ с ОГ при этих режимах работы увеличиваются с увеличением величины рассеиваемой энергии.

По результатам проведенных дорожных исследований определены коэффициенты рассеивания энергии при движении в неустойчивых режимах КТС с различными типами регуляторов и получены зависимости, которые показывают влияние амплитуды колебаний регулирующего органа топливоподачи на величину рассеивания энергии и увеличение расхода топлива.

Установлена возможность влияния на топливную экономичность и эмиссию вредных веществ с отработавшими газами путем использования универсального регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Ключевые слова: регулятор частоты вращения коленчатого вала, дизель, неустойчивые режимы работы, топливная экономичность, эмиссия вредных веществ.

ABSTRACT

Kutsyi P.V. Improvement of operating characteristics of vehicles in unstable modes by means of optimization of parameters of automatic regulation system of diesels. – Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences with a specialty 05.22.20 – Operation and repair of vehicles. – National Transport University. – Kyiv, 2015.

The main topic of the thesis is the investigation of the influence of the type of automatic regulation system of a diesel in the process of operation under unstable modes on damping energy losses, increase in fuel consumption and emission of harmful substances with exhaust gases.

The thesis specifies a mathematical model of a system of automatic regulation of a diesel with a mechanical governor allowing to investigate the influence of unstable modes of operation on losses of a part of engine energy on damping as well as the change in its energy indicators, fuel efficiency and emission of harmful substances with exhaust gases of a wheeled vehicle with different types of governing system.

A possibility is provided to influence on fuel efficiency and emission of harmful substances with exhaust gases by means of applying a universal governor of a camshaft rotation frequency of a diesel.

Key words: governor of a camshaft rotation frequency of a diesel, diesel, unstable modes of operation, fuel efficiency, emission of harmful substances.

Підписано до друку 01.10.2015. Формат 60x84¹/₁₆.
Папір офсетний. Умовн. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 0,9.
Тираж 100 прим. Зам. № 114.

ВПВТД ПАТ «ПТІ «Київоргбуд».
01010, м. Київ, вул. Суворова, 4/6