

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

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «**Дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу в умовах автотранспортного підприємства**»

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1ТТ-19м спеціальності 275 –
Транспортні технології (за видами)
за спеціалізацією 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)

Свідерський О.В.

Керівник: д-р. техн. наук, професор
Поляков А.П.

Рецензент: _____

Вінниця – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА.	6
1.1 Загальна характеристика автотранспортного підприємства. .	6
1.2 Аналіз методик дослідження зміни витрати палива автомобільних транспортних засобів в залежності від пробігу автомобіля.	10
1.3 Аналіз дизельних установок на газовому паливі. Вибір системи подачі палива і регулювання частоти обертання газодизелів. .	31
1.3.1 Класифікація альтернативних енергоносіїв, які можуть використовуватися в силових установках вантажних автомобілів.	31
1.3.2 Аналіз основ побудови дизельних установок на газовому паливі і вибір напрямку їх розвитку.	33
Висновки до першого розділу.	40
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З УНІВЕРСАЛЬНИМ РЕГУЛЯТОРОМ ГАЗОДИЗЕЛЯ.	43
2.1 Математична модель системи «Водій - автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище».	43
2.2 Рівняння математичної моделі системи «Водій - автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище»	50
2.3 Розробка алгоритмів і програм для проведення обчислювальних експериментів.	53
Висновки до другого розділу.	60
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОДИЗЕЛІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖУ .	62
Висновки до третього розділу	87
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	88
Висновки до четвертого розділу.	109
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	111
ВИСНОВКИ	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	129
ДОДАТКИ.	134

ВСТУП

Актуальність теми. Автомобільний транспорт відіграє значну роль в економіці України та в житті її громадян – індивідуальних власників транспортних засобів. Підвищення економічності автотранспорту на сьогодні є одним з пріоритетних державних завдань.

Одна з актуальних проблем автомобільного транспорту - покращення паливної економічності транспортних засобів, яка полягає в пошуку можливих шляхів підвищення ефективності використання палив застосуванням альтернативних палив.

Характерними умовами експлуатації транспортних засобів в Україні особливо вантажних автомобілів є велика частина різних типів доріг які значно впливають на зміни середніх швидкостей транспортних засобів, а також неповне використання вантажності або перевантаження вантажних автомобілів, що суттєво впливає на їхню паливну економічність. Відповідно актуальність кількісної оцінки впливу даних факторів – умов руху припадає на формування реальної паливної економічності вантажних автомобілів, вдосконалення нормування лінійних витрат палива, що зосереджені на асфальтобетонні та ґрунтові дороги і рух в економічній зоні швидкостей в умовах переведення дизелів на роботу за газодизельним циклом.

На даний час роботи в галузі підвищення ефективності функціонування автотранспортних підприємств, удосконалення методик визначення витрати палива транспортними засобами та розрахунку витрат на його закупівлю виконувались багатьма фахівцями як на Україні так і за її межами, але на сьогоднішній день не проводилось досліджень розрахунку витрати на паливо для перевезення вантажів при переведенні дизелів на роботу за газодизельним циклом, тому робота в даному напрямку є актуальною.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом.

Наукове завдання полягає в удосконаленні способу корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом.

Задачі дослідження:

1. Аналіз методик дослідження зміни витрати палива автомобільних транспортних засобів в залежності від пробігу автомобіля.
2. Аналіз переведення дизельних установок вантажних автомобілів на роботу на газовому паливі.
3. Вибір системи подачі палива і регулювання частоти обертання газодизелів вантажних автомобілів.
4. Удосконалення математичної моделі вантажних автомобілів з універсальним регулятором газодизеля.
5. Проведення дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу.
6. Розробка удосконаленого способу корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом.
7. Обґрунтування практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства.

Об'єкт дослідження – система функціонування автотранспортного підприємства.

Предмет дослідження – показники функціонування автотранспортного підприємства.

Методи дослідження. Для досягнення визначеної в роботі мети використані такі методи дослідження:

системного аналізу – при проведенні оцінки функціонування автотранспортного підприємства при перевезенні вантажів;

найменших квадратів – для отримання аналітичних залежностей математичної моделі системи «Водій – автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище»;

статистики і теорії імовірностей при плануванні витрати палива на автотранспортному підприємстві при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом;

моделювання – при розробці математичної моделі системи «Водій - автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище» для проведення дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу;

порівняння – для перевірки адекватності розробленої математичної моделі та достовірності результатів, які отримані під час досліджень.

Межі дослідження. При проведенні дослідження обрані такі обмеження: розглядається навчальне автотранспортне підприємство, перевезення вантажів здійснюється вантажними автомобілями МАЗ-5335, переведення дизелів ЯМЗ-236 на роботу за газодизельним циклом.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає у:

- удосконалені способу корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом;

- удосконаленні математичної моделі системи «Водій – автомобіль з газодизелем – дорога – навколишнє середовище».

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено удосконалений спосіб корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом;

- отримано аналітичні залежності математичної моделі системи «Водій – автомобіль з газодизелем – дорога – навколишнє середовище»;

- розроблено рекомендації по щодо підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальна характеристика автотранспортного підприємства

Автотранспортне підприємство створене з метою виконання автомобільних перевезень вантажів та пасажирів, утримання, обслуговування та ремонт транспортних засобів, розширення можливостей виробничого та соціального розвитку підприємства, підвищення ефективності використання матеріальних, фінансових та інших ресурсів на основі спільної діяльності, розподілу праці і кооперації.

Для цього автотранспортне підприємство здійснює автомобільні перевезення вантажів та пасажирів, утримання, обслуговування та ремонт транспортних засобів будівництво, ремонт та утримання автомобільних доріг загального користування, виконання відповідних державних програм.

Предметом діяльності автотранспортного підприємства є:

- автомобільні перевезення вантажів і пасажирів як на території України, так і за її межами;
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- надання правових, аудиторських та консультаційних послуг;
- надання послуг у галузі маркетингу, а також посередницьких, складських та транспортно-експедиційних послуг;
- проведення бартерних, клірингових та лізингових операцій;
- проведення фінансово-економічного аналізу діяльності;
- охоронні послуги перевізникам вантажів на автомобільних дорогах;
- зовнішньоекономічна діяльність;
- виконання інших функцій, пов'язаних з реалізацією покладених на нього завдань, які не суперечать чинному законодавству.

Автотранспортне підприємство має окремий баланс, розрахунковий рахунок у банку, печатку та штампи зі своїм найменуванням. Здійснює свою діяльність на принципах внутрішнього господарського розрахунку, підпорядкованості та підзвітності органам управління.

До складу автотранспортного підприємства входять відділи, дільниці, підсобні виробництва, ремонтно-механічні майстерні та інші підрозділи.

До рухомого складу автотранспортного підприємства входять: транспортні засоби (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Перелік транспортних засобів автотранспортного підприємства

№ п/п	Тип транспортного засобу	Марка автомобіля	Державний номер	Інвентарний номер	№ двигуна	Рік випуску	№ шасі кузова
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Легковий	Chevrolet Lagetti Nf 196	AI 30-12 ВН	2025	325652	2007	K728912
2	Автобус	КАВЗ– 3271	83-90 КХО	2002	251604	2002	1402684
3	Автобус	ПАЗ- 3205	92-83 КХО	2001	X100629	2005	9501277
4	Легковий	ВАЗ- 21213	AI 73-54 АТ	2007	5911387	2000	1478543
5	Вантажо- пасажирський	ГАЗ- 33023	83-83 КХВ	2009	17650	1999	1007583
6	Вантажо- пасажирський	ГАЗ- 33023	83-06 КХВ	2008	0096019	1997	1672180

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Вантажний	ЗІЛ ММЗ-554	92-84 КХО	2010	888944	1986	2460576
8	Вантажний	ЗІЛ-4502	83-89 КХО	2012	958325	1992	3223407
9	Вантажний	МАЗ- 5335	81-91 КХО	2013	19661	1992	0732670
10	Вантажний	МАЗ- 5335	81-92 КХО	2014	19506	1992	0732672
11	Вантажний	МАЗ- 5335	82-59 КХО	2015	21859	1992	734283
12	Вантажний	МАЗ- 5335	АІ 61-85 СК	2016	492294	1994	767635
13	Вантажний	МАЗ- 5335	82-68 КХО	2021	148643	1992	1439296
14	Спеціаль- ний вантажний	ЗІЛ-МДК	74-81 КХВ	2022	206516	1998	3428143
15	Спеціаль- ний вантажний	ЗІЛ-МДК	83-36 КХВ	2023	219116	1998	3436990
16	Спеціаль- ний вантажний	МДК- 4333	83-69 КХВ	2024	218678	1999	3436358
17	Бензовоз	ГАЗ-3307	86-18 КХО	2011	59459	1994	1398998

Аналіз транспортних засобів, які використовуються на автотранспортному підприємстві, показав, що найбільше експлуатуються вантажні та вантажо-пасажирські автомобілі.

Розглянемо інтенсивність експлуатації визначених типів транспортних засобів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Річний план інтенсивності експлуатації вантажних та вантажо-пасажирських транспортних засобів автотранспортного підприємства

№ п/п	Марка автомобіля	Рік випуску	Державний номер	Пробіг з початку експлуатації, або після ремонту, км	Плановий пробіг, тис.км
1	ГАЗ-33023	1999	83-83 КХВ	49847	30
2	ГАЗ-33023	1997	83-06 КХВ	97883	30
3	ПАЗ-3205	1995	92-83 КХО	94052	15
4	КАВЗ-3271	1992	83-90 КХО	81872	10
5	ЗІЛ ММЗ-554	1986	92-84 КХО	17127	15
6	ЗІЛ-4502	1992	83-89 КХО	23560	15
7	МАЗ-5335	1992	81-91 КХО	64815	15
8	МАЗ-5335	1992	81-92 КХО	87902	20
9	МАЗ-5335	1992	82-59 КХО	42485	20
10	МАЗ-5335	1994	АІ 61-85 СК	67825	15
11	МАЗ-5335	1992	82-68 КХО	23741	15
12	ЗІЛ-МДК	1997	74-81 КХВ	34132	20
13	ЗІЛ-МДК	1998	83-36 КХВ	27756	20
14	МДК-4333	1998	83-69 КХВ	103176	20
15	ГАЗ-3307	1992	86-18 КХО	72853	10

З даних, які наведені в таблиці 1.2, можна зробити висновки, що протягом року транспортні засоби інтенсивно експлуатуються. Їхній пробіг за рік складає від 10 до 30 тисяч кілометрів, а кількість робочих днів на рік

становить 252 дні, звідки середньодобовий пробіг транспортних засобів складає від 40 до 120 км на добу. Виходячи з робочих днів та середньодобового пробігу на експлуатацію транспортних засобів витрачається від 20 до 45 літрів палива.

1.2 Аналіз методик дослідження зміни витрати палива автомобільних транспортних засобів в залежності від пробігу автомобіля

Розглянемо методики визначення зміни витрат палива такі як: розрахунково–аналітичний метод визначення лінійної норми витрати палива та метод багатofакторного планування дослідження.

Розрахунково–аналітичний метод визначення лінійної норми витрати палива базується на спрощеному виразі (1.1) і з опосередкованими значеннями конструктивних параметрів згідно табл. 1.3:

$$Q_s = \frac{g_e (\Psi G_a + k F V_a / 13)}{2700 \eta_T \rho} \times V_a, \quad (1.1)$$

де g_e - мінімальна питома витрата палива;

Ψ - сумарний коефіцієнт опору рухові;

G_a - вага автомобіля;

k - коефіцієнт опору повітря;

F - лобова площа автомобіля, м²;

V_a - швидкість руху автомобіля, км/год;

η_T - коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Розрахункове значення ваги для автобусів відповідає повному завантаженню, для вантажних автомобілів – лінійна норма розраховується як середньостатистичне значення витрат при русі без вантажу з швидкістю 70 км/год і повністю завантаженого з швидкістю 40 км/год [22].

Таблиця 1.3 - Узагальнені дані для розрахунку лінійної витрати палива

Тип автомобіля	V_a , км/год	Ψ	k	F , м ²
легкові	100	0,015	0,03	2,0
автобуси	60	0,020	0,05	5,5
вантажні	40/70	0,020	0,06	4,0

Отримані значення Q_s (окрім автобусів і дизельних вантажних автомобілів) перемножують на 1,1 (бензинові вантажні автомобілі з класичним приводом), на 1,2 (легкові автомобілі та повноприводні бензинові вантажні автомобілі).

Більш наближеною до реальної експлуатації є врахування в лінійних нормах додаткових витрат палива в залежності від завантаження транспортного засобу.

Визначення базового значення норми витрати палива Q_s здійснювалось введенням коригуючого коефіцієнта, що враховував обсяг транспортної роботи (завантаження):

- для бензинових вантажних автомобілів:

$$\Delta Q_s = 2,0 \text{ л/100 ткм}; \quad (1.2)$$

- для дизельних вантажних автомобілів:

$$\Delta Q_s = 1,3 \text{ л/100 ткм}. \quad (1.3)$$

Безперечно, це є суттєвим кроком уточнення лінійних норм, що раніше використовувались як універсальна базова цифра на всі випадки умов експлуатації.

Але з іншого боку викликає сумніви універсальність єдиних поправок для всіх моделей вантажних автомобілів, незалежно від конкретних

технічних характеристик двигунів і самих автомобілів, що об'єктивно суттєво відрізняються.

Ідеологія досліджень по покращенню нормування паливної економічності в експлуатації базується на методології коректування базових лінійних форм в залежності від використання вантажності, умов руху (питомого співвідношення окремих фаз руху, статистики швидкісних режимів), типу і стану доріг, пори року і т.д.

Безперечно, оцінка впливу дорожніх умов, режимів руху на паливну економічність транспортного засобу є складною, не тільки із – за явного взаємозв'язку даних факторів, але і складнощів квантифікації ряду факторів, що відносяться до організації руху (перешкодо-насиченість, інтенсивність транспортного потоку і т.д.) [2].

Існуючі дослідження, сконцентровані на оцінці взаємозв'язку геометричних характеристик доріг (макропрофіль – спуски і підйоми, звивистість дороги в плані) з швидкісними характеристиками автомобілів, але паливна економічність при цьому практично не враховується.

Практично вплив поздовжнього профілю дороги (підйоми/спуски) на лінійну витрату палива в значній мірі взаємно вирівнюється почерговістю росту витрати палива на підйомах та зменшення витрат на спусках з достатньо невеликою різницею, обумовленою коефіцієнтом корисної дії силового приводу.

Вплив поворотів (звивистості дороги в плані) взаємопов'язаний з відповідним зниженням швидкості та додатковими затратами потужності на подолання бокового уводу шин. Домінуючим є вплив взаємозв'язку лінійної витрати палива Q_s з зміною швидкості руху.

Взаємозв'язок Q_s з інтенсивністю і організацією транспортного потоку є значно складнішим з точки зору квантифікації і відтворення – оцінки відповідних “чистих” досліджень, суттєво пов'язаних з уже суб'єктивними факторами (досвідом водія і т.д.).

Зокрема в базових на сучасний момент дослідженнях, що формують діючу теорію технічної експлуатації автотранспортних засобів в Україні визначена наступна класифікаційна структура факторів що визначають експлуатаційну витрату палива.

Якщо ступінь впливу швидкості руху чи коефіцієнту використання вантажності технічно на показники паливної економічності достатньо однозначно розрахунково чи аналітично фіксуються, то графічна залежність взаємозв'язку лінійної витрати палива та коефіцієнту використання пробігу, рівно як і системи обліку і нормування витрати палива, чи якості ТО і ПР представляються доволі невизначено.

Загалом систематизована кількісна оцінка впливу і послідовне розміщення значимості експлуатаційних факторів на витрату палива практично відсутня.

У даних аналітичних дослідженнях можна виділити окремі оцінки взаємозв'язків, на базі яких і проведено аналіз значимості і виділення визначальних факторів.

Таблиця 1.4 - Структура і ступінь впливу експлуатаційних факторів на витрату палива [14]

№ з/п	Групи факторів	Питомий вплив, збільшення Q_s %
1	2	3
1	Технічний стан транспортних засобів на прикладі МАЗ-5335	
1.1	Знос двигуна	до 4-6
1.2	Підвищення опору випускної системи до 50%	2-3
1.3	Несправності паливного насосу високого тиску	5-7/10-15
1.4	Несправності системи пуску	3-25
1.5	Цетанове число і фракційний склад палива	5-8
1.6	Понижена робоча температура двигуна (до 40-45°C)	8-10

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
1.7	Регулювання підшипників і геометрії підвіски керованої осі	до 14
1.8	Відхилення від номінального тиску повітря в шинах на 13 – 15% на 40%	1,6-2 6,8-17
2	Умови експлуатації транспортних засобів	
2.1	Тип і стан дороги	10-100
2.2	Навантаження (від 0 до номінального 2,5т)	20-25
2.3	Частота зупинок на 1 км шляху (від 0 до 1)	15-25
2.4	Привід допоміжних агрегатів (самоскид)	до 2,2
2.5	Швидкість руху (від 20 до 70 км/год)	до 50
2.6	Досвід водія	до 25
2.7	Макропрофіль дороги (спуски, підйоми) з використанням накату	від -9% до +10%

Нелінійний характер впливу певних експлуатаційних факторів на фактичні витрати палива що підтверджується узагальненням результатів роботи рис. 1.1, 1.2, додатково ускладнює як дослідження і чітку квантифікацію впливу так і врахування основних визначальних факторів умов і режимів руху на нормування фактичної витрати палива.

Проведений аналіз і узагальнення відомих досліджень по нормуванню експлуатаційної паливної економічності та аналіз розвитку методології нормування лінійних витрат дозволяє констатувати наступне:

- при плануванні експлуатаційних норм витрат палива недопустимо враховувати і закладати в норми збільшення витрат, пов'язаних з порушеннями і відхиленнями від номінальних значень заводу-виробника параметрів технічного стану транспортного засобу;

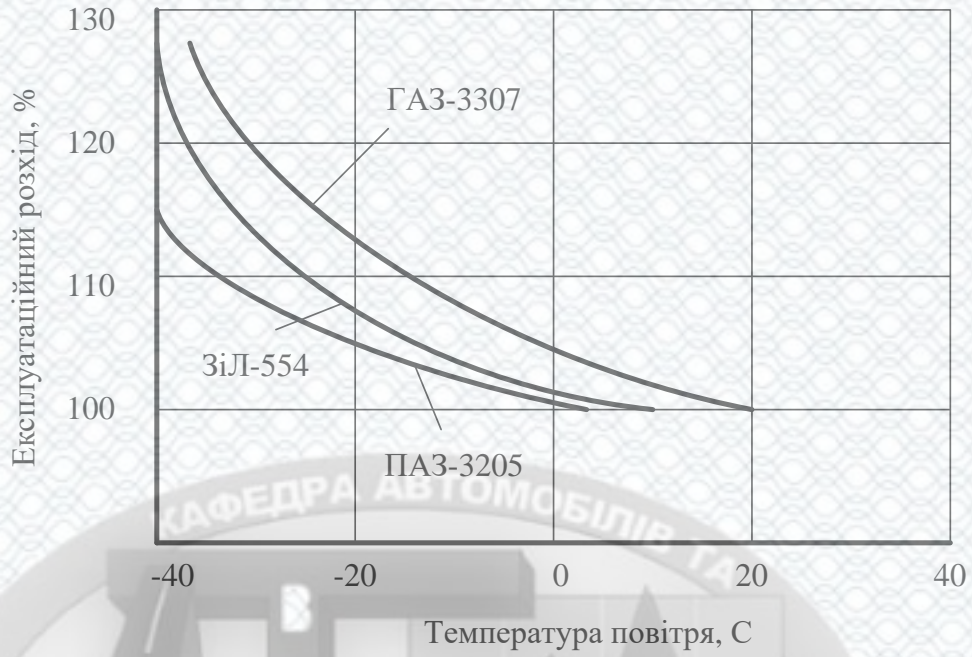
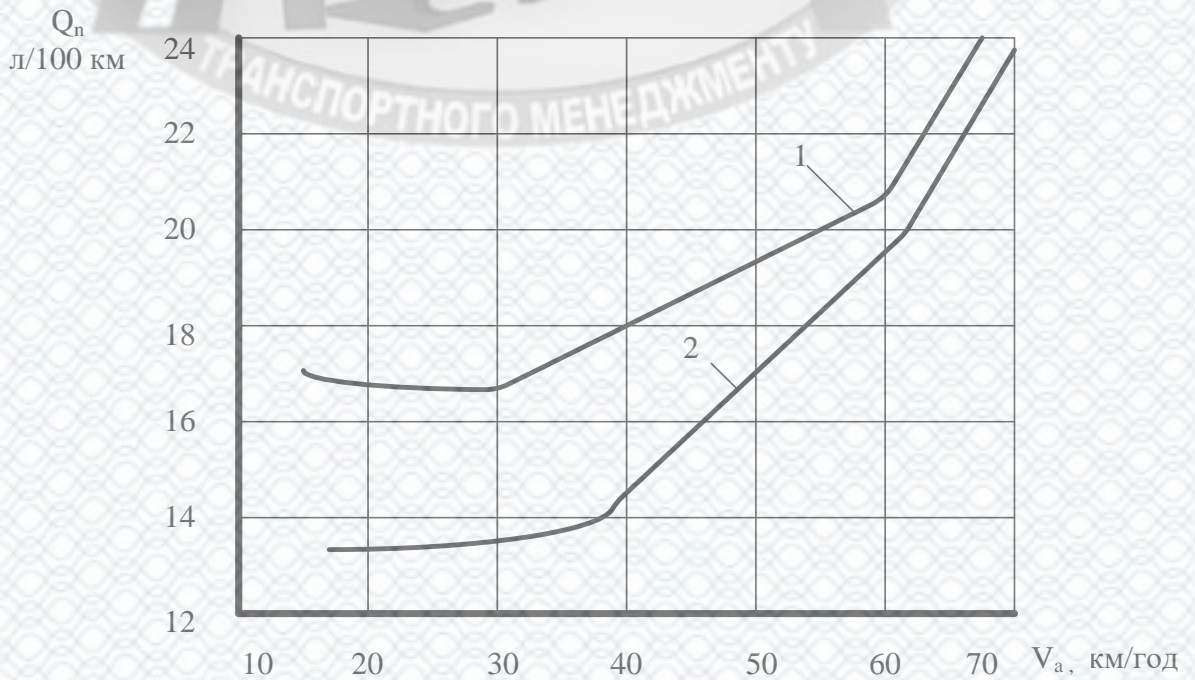


Рисунок 1.1 - Вплив температури повітря на паливну економічність автомобільних транспортних засобів при швидкості 50 км/год



1- дійсна; 2 – теоретична.

Рисунок 1.2 - Економічна характеристика автомобіля МАЗ-5335 при русі на прямій передачі по дорозі з асфальтобетонним покриттям

- необхідно мінімізувати або виключити вплив суб'єктивних факторів, які складно представити однозначним чисельним параметром (досвід, вміння та майстерність водія, дорожня ситуація, організація ТО і ПР на автопідприємстві і т.д.);

- домінуючий вплив умов руху, насамперед чотирьох визначальних факторів, що обумовлюють відхилення від фактичних витрат палива в 1,5–3 рази від визначених автовиробниками контрольних витрат палива, а саме:

- швидкості руху;
- типу і стану дороги;
- завантаження транспортного засобу;
- температури довкілля.

Зрештою і в сучасній нормативній базі до так званих базових лінійних норм (методика визначення яких, до речі, не є чітко визначеною і відображеною в нормативній базі галузі) передбачено понад 6 коректуючих поправок та 15 збільшень норм, що:

- з одного боку підтверджує багатфакторність проблеми, яку практично неможливо звести до якоїсь однієї цифри, універсальної для всіх конкретних випадків;

- з другого боку вносить суттєві ускладнення і позицію в кількісне вираження якісних ознак щодо норми із-за достатньо широкого діапазону поправочних коефіцієнтів і суб'єктивної їхньої фіксації.

В принципі теоретично можливий розрахунок норми витрати палива для конкретних умов руху транспортного засобу на базі відомих з теорії автомобіля залежностей, що пов'язують рівняння руху і режими роботи двигуна.

Враховуючи нелінійний характер характеристик двигунів та основних залежностей, що визначають затрати потужності на переборення опору рухові використання аналітичного рівняння розрахунку витрати палива, представленої проф. М. Говорущенком [8].

$$Q = \frac{1}{\eta_o} [AU_k + BU_k^2 V_a + C(G_a \Psi + 0,077kFV_a^2 \pm 0,1\beta G_a V_a)] \quad (1.4)$$

$$A = \frac{7,95aV_h U_o}{H_H \rho_T \Gamma_k} ; \quad B = \frac{0,69bV_h S_f U_o}{H_H \rho_T \tilde{A}_k^2} ; \quad C = \frac{100}{H_H \rho_T \eta_{TP}} \quad (1.5)$$

де V_h - робочий об'єм двигуна;

U_o, U_k - передатні числа відповідно головної передачі та виключеної передачі в трансмісії;

g_e - питома витрата палива двигуном;

V_a - швидкість руху автомобіля;

G_a - вага автомобіля;

Ψ - коефіцієнт дорожнього опору;

$k; F$ - коефіцієнт опору повітря і лобова площа автомобіля;

η_{TP} - к.к.д. трансмісії.

ρ_T - густина моторного палива;

H_H - нижня теплота згорання палива;

β - коефіцієнт інерції обертових мас;

η_i - індикаторний к.к.д. двигуна;

S_n - хід поршня;

A, B, C - емпіричні коефіцієнти для кожного типу двигуна.

Насамперед, співвідношення діаметра циліндра $D_{ц}$ і ходу поршня S_n практично надмірно складне та не забезпечує достатньої точності хоча б в межах $\pm 10\%$.

Індикаторний ККД η_i і питома витрата палива g_e нелінійно змінюються в декілька разів в залежності від конкретного режиму роботи двигуна, що додатково вкрай ускладнює процес розрахунку із-за

необхідності використання універсальної характеристики двигуна (з завданням у вигляді двомірного цифрового масиву та нелінійної інтерполяції конкретних проміжних точок) та додаткової програми визначення точки роботи двигуна кожному конкретному режиму руху.

В принципі для практичного використання даний варіант теоретичного розрахунку експлуатаційних (лінійних) витрат палива конкретного транспортного засобу занадто складний, і враховуючи здебільшого емпіричний характер і певний діапазон коливань конкретних значень вищезазначених коефіцієнтів, не дасть достатньої точності результатів.

Цих недоліків позбавлені методи багатofакторного планування дослідження, що знаходять дедалі зростаюче застосування і в дослідженнях експлуатаційних властивостей транспортного засобу, в практиці параметричної оптимізації систем і агрегатів автомобільних конструкцій. Дана методологія дозволяє отримати і аналітичне рівняння кількісного взаємозв'язку вихідного параметра U (тут Q_s) з зміною вхідних, досліджуваних факторів x_1, x_2, x_3 (тут Ψ, V_a, G_a) у вигляді рівняння регресії - полінома:

- для лінійних взаємозв'язків (з урахуванням ефекту взаємодії факторів):

$$U = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (1.6)$$

- для нелінійних процесів:

$$U = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2, \quad (1.7)$$

де b_0 - так зване базове значення функції (вихідного параметра);

$b_1 \cdots b_3$ - коефіцієнти регресії що кількісно характеризують лінійний взаємозв'язок вихідного параметра U і відповідних досліджуваних факторів x_1, x_2, x_3 ;

$b_{12} \cdots b_{23}$ – коефіцієнти, що характеризують вплив взаємодії (суміщення) досліджуваних факторів;

$b_{11} \cdots b_{33}$ – коефіцієнти нелінійного взаємозв'язку досліджуваних факторів і вихідного параметра.

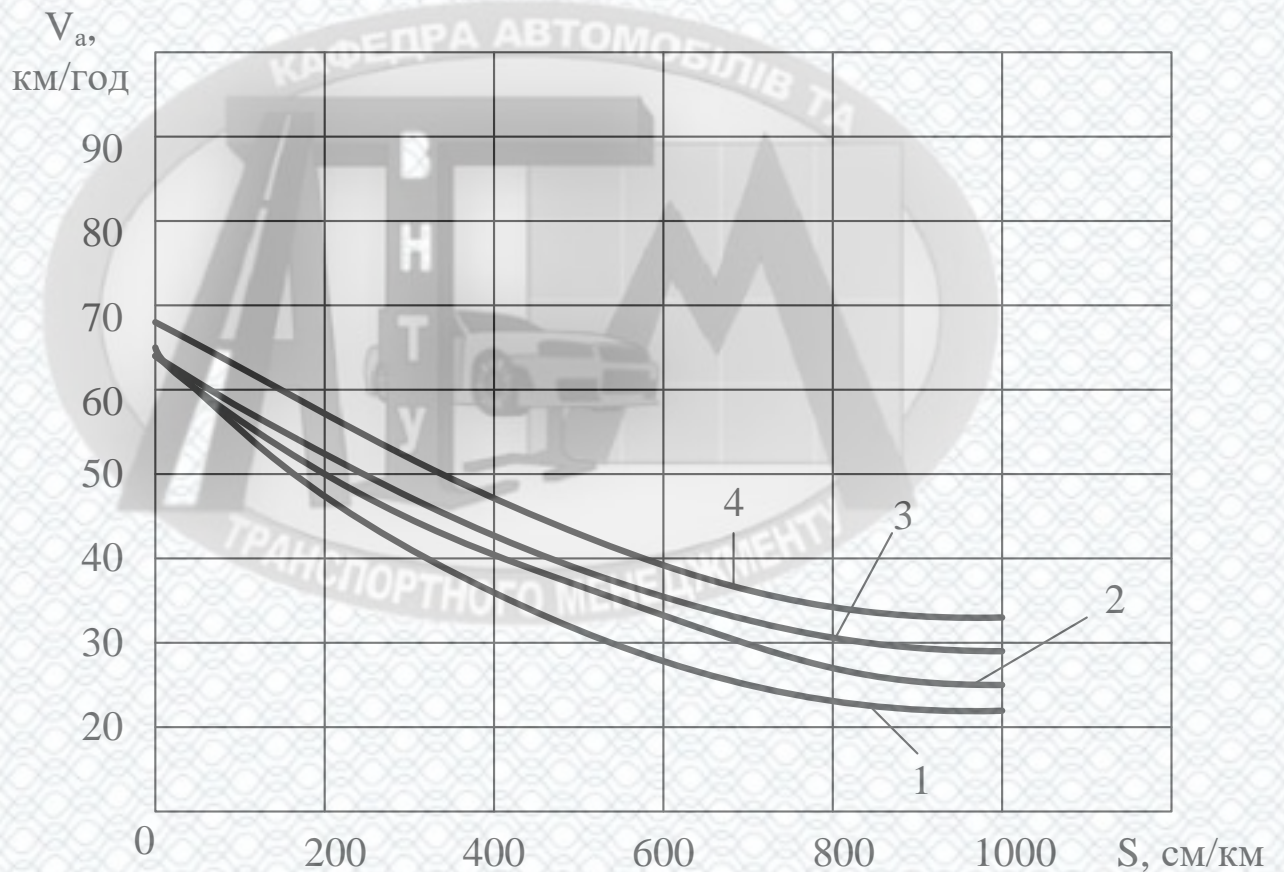
Важливим чинником у постановці задачі дослідження і її коректній реалізації є визначення діапазону зміни досліджуваних вхідних параметрів $x_1 \dots x_3$ що з одного боку визначається умовами максимального відтворення реальних умов експлуатації, з іншого боку коректність–суміщення насамперед граничних значень факторів $x_1 \dots x_3$.

Зокрема діапазон допустимих швидкостей руху на різних типах доріг обмежується як з умов фіксованої максимальної потужності двигуна (що, як правило, формується для забезпечення заданої максимальної швидкості $V_{a_{\max}}$ на асфальтованій дорозі 1 кат., але недостатньо для руху з близькими швидкостями на ґрунтових, піщаних дорогах з значно більшим опором рухові Ψ), так і з умов допустимої швидкості руху з умови допустимої комфортності руху (рис. 1.3).

Практично, з аналізу експлуатаційних даних проф. М. Говорущенко представив співвідношення середньостатистичних швидкостей руху різних категорій транспортних засобів до максимальної на різних типах доріг.

Вибір досліджуваного діапазону швидкості руху логічно обмежити верхнім граничним значенням з умов комфортності або технічно реалізованого значення даного потужністю двигуна у найважчих умовах руху (максимальна, повна завантаженість транспортного засобу на найважчому типу дороги з найбільшим опором рухові).

Суть багатофакторного планування дослідження полягає в заданні плану, так званої матриці планування, що представляє собою чітко визначені комбінації певних наперед визначених значень вхідних факторів $x_1 \dots x_i$, для кожної з них визначається відповідне значення функції відгуку (вихідного досліджуваного параметра Y (тут Q_s)).



1 - ГАЗ-3307; 2 - ЗІЛ-554; 3 - МАЗ-5335; 4 - ПАЗ-3205.

Рисунок 1.3 - Залежність допустимої швидкості руху автомобільних транспортних засобів від нерівностей дороги

Математична обробка результатів за певною процедурою дозволяє отримати і аналітичний опис кількісного взаємозв'язку $Y(Q_s) = f(x_1 \dots x_i)$ згідно вищенаведеного типу (1.5), (1.6).

Для спрощення обробки результатів (реалізації матриці планування) використовуються так звані кодовані значення вхідних факторів $x_1 \dots x_i$, що зв'язані з натуральними значеннями (тут V_a, G_a, Ψ) формулами переходу:

$$x_i = \frac{A_i - A_c}{\Delta A_i}, \quad (1.8)$$

де A – натуральне значення вхідного фактора x_i ;

$$A_c = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2} \quad \text{– середньоарифметичне значення вхідного фактора } x_i;$$

$$\Delta A_i = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{2} \quad \text{– інтервал зміни (варіювання) вхідного фактора } x_i.$$

Таблиця 1.5 - Співвідношення дійсної середньої швидкості руху до максимального значення по автотранспортному підприємстві на різних типах доріг [20]

Типи доріг	Вантажні автомобілі	Автобуси	Легкові автомобілі
Асфальтобетон, I категорії	0,75 ÷ 0,83	0,80 ÷ 0,85	0,60 ÷ 0,70
Гравій	0,75 ÷ 0,77	-	0,55 ÷ 0,60
Ґрунтова дорога в задовільному стані	0,60 ÷ 0,62	0,58 ÷ 0,60	0,40 ÷ 0,43
Бруківка в середньому стані	0,38 ÷ 0,40	0,42 ÷ 0,45	0,30 ÷ 0,40

Узагальнена структура реалізації методу багатофакторного планування дослідження представлена на рис. 1.4.

Для досліджень і статистичної оцінки точності, відтворюваності результатів класичного дублювання дослідів для одних і тих же умов (тобто певної комбінації умов руху) використовується перевірка однорідності дисперсій досліджуваного параметра Y в кожному j -му досліді для n повних дослідів.

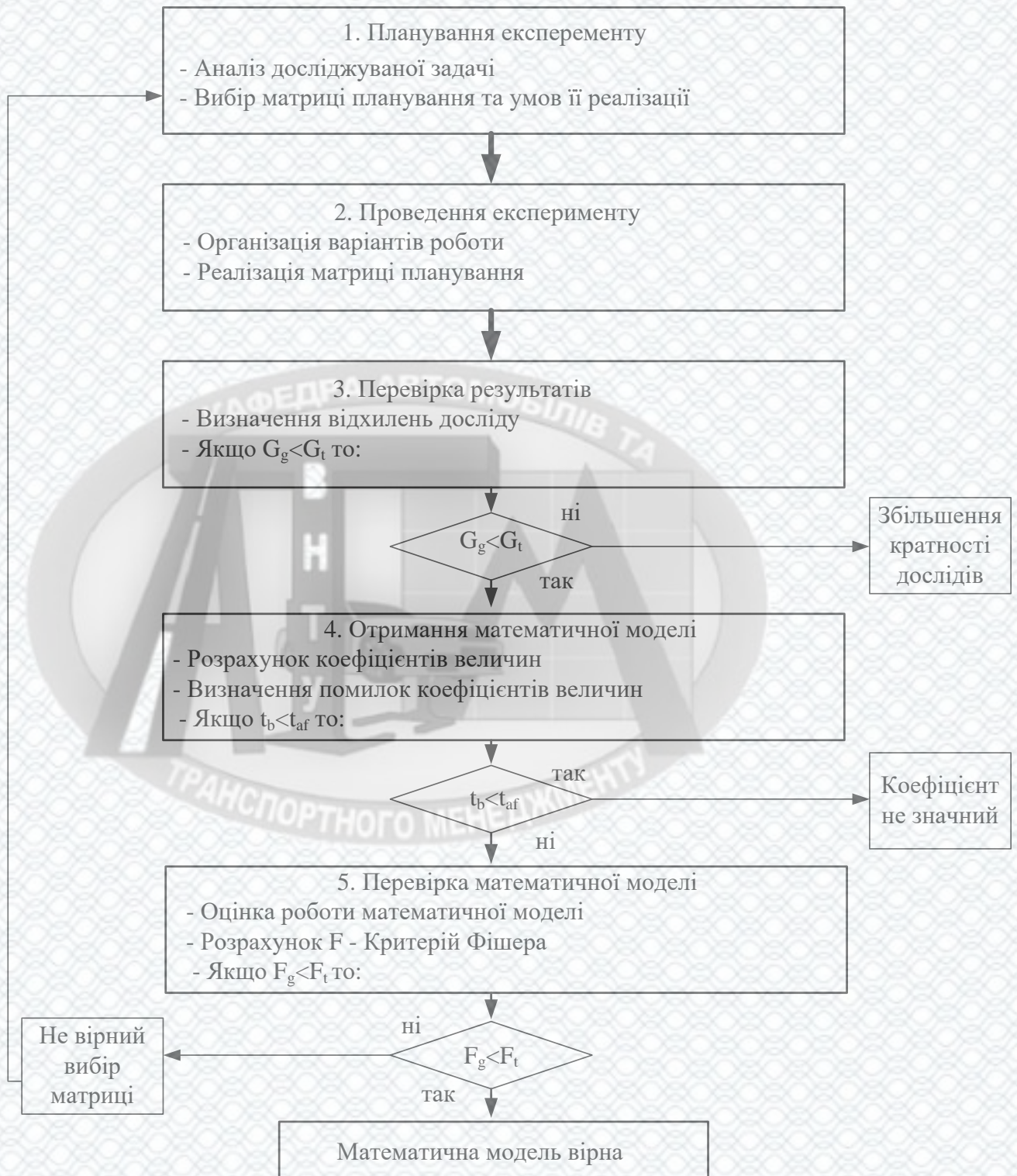


Рисунок 1.4 - Блок-схема застосування методу багатofакторного планування дослідження

$$S^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2}{n-1}, \quad (1.9)$$

де \bar{Y} – середнє арифметичне, що визначається як сума всіх n окремих результатів, поділена на кількість паралельних дослідів n ;

Y_j – результат окремого дослідів для j – го рядка матриці (умов дослідження) та дисперсії відтворюваності дослідження в цілому.

$$S^2\{Y\} = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^n (Y_{jk} - \bar{Y}_j)^2}{N(n-1)}, \quad (1.10)$$

де $k \dots N$ порядковий номер і загальне число N рядків матриці планування (умов дослідів).

Оцінка статистичної однорідності, рівно точності дослідження здійснюється оцінкою відношення найбільшої дисперсії з N дослідів до суми всіх дисперсій і порівняння з табульованим критичним значенням G - критерію Кохрена (рис 1.6).

$$G = \frac{S^2_{\max}}{\sum_{k=1}^N S_k^2}. \quad (1.11)$$

Отримана поліноміальна модель типу (1.13-1.14) перевіряється за допомогою F критерію Фішера

$$F = S_{\hat{a}\hat{a}}^2 / S^2\{Y\}, \quad (1.12)$$

$$S_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2 = \frac{\sum_{k=1}^N n_j (\bar{Y}_j - \bar{Y}_{jm})^2}{f}, \quad (1.13)$$

де f – кількість ступенів свободи (різниця між кількістю дослідів отриманих значень коефіцієнтів регресії);

Y_{jm} – розрахункове значення вихідного параметра $Y_i(Q_S)$ для j -го рядка матриці (умов дослідів), отримане згідно поліноміальної моделі (1.5) або (1.6).

Власне перевищення отриманого згідно (1.12) значення F - критерія Фішера допустимого табульованого є підставою для переходу від більш простої матриці лінійного планування (для зазначеної задачі перших 8 рядків матриці) до більш складної нелінійної.

В нашому випадку при варіюванні досліджуваних факторів x_1, x_2, x_3 на 3 рівнях – 27 рядків – умов порівняння різних значень факторів $x_1 \dots x_3$.

Приклад матриць трифакторного дослідження лінійних взаємозв'язків з варіюванням досліджуваних факторів на 2-х рівнях (мінімальне значення – кодоване -1, максимальне значення в обраному діапазоні, відповідно, +1 типу 2^3 та нелінійного, так званого ортогонального планування на 3 – х рівнях (вводиться проміжне, середньоарифметичне значення, відповідно кодоване «0») представлено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 - Матриці трифакторного планування лінійного ($N = 8$) і нелінійного ($N = 27$) дослідження

$N(j)$	x_1	x_2	x_3	$(x'_1)^2$	$(x'_2)^2$	$(x'_3)^2$	$Y_{k=1}$	$Y_{k=2}$	$Y_{k=3}$	Y_j	Y_{jm}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	1/3	1/3	1/3					
2	+	-	-	1/3	1/3	1/3					
3	-	+	-	1/3	1/3	1/3					
4	+	+	-	1/3	1/3	1/3					
5	-	-	+	1/3	1/3	1/3					
6	+	-	+	1/3	1/3	1/3					

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	-	+	+	1/3	1/3	1/3					
8	+	+	+	1/3	1/3	1/3					
9	0	-	-	-2/3	1/3	1/3					
10	0	+	-	-2/3	1/3	1/3					
11	0	-	+	-2/3	1/3	1/3					
12	0	+	+	-2/3	1/3	1/3					
13	0	0	+	-2/3	-2/3	1/3					
14	0	0	-	-2/3	-2/3	1/3					
15	+	0	-	1/3	-2/3	1/3					
16	-	0	-	1/3	-2/3	1/3					
17	+	0	-	1/3	-2/3	1/3					
18	-	0	+	1/3	-2/3	1/3					
19	0	+	0	-2/3	1/3	-2/3					
20	0	-	0	-2/3	1/3	-2/3					
21	+	0	0	1/3	-2/3	-2/3					
22	-	0	0	1/3	-2/3	-2/3					
23	+	+	0	1/3	1/3	-2/3					
24	-	-	0	1/3	1/3	-2/3					
25	+	-	0	1/3	1/3	-2/3					
26	-	+	0	1/3	1/3	-2/3					
27	0	0	0	-2/3	-2/3	-2/3					

Статистичне опрацювання результатів дослідження Y_j (стовпчик 11 табл. 1.6) дозволяє отримати чисельні значення коефіцієнтів регресії наступним чином:

- для лінійної моделі (1.13), $j=1\dots 8$

$$b_0 = \sum_{j=1}^{N=8} \bar{Y}_j / N, \quad (1.14)$$

$$b_1 = \sum_{j=1}^{N=8} \bar{Y}_j x_{1j} / 8, \quad (1.15)$$

b_2, b_3 – аналогічно з x_2, x_3 .

$$b_{12} = \sum_{j=1}^{N=8} \bar{Y}_j x_{1j} x_{2j} / 4. \quad (1.16)$$

b_{13}, b_{23} – аналогічно з $x_1 x_3, x_2 x_3$.

- для матриці нелінійного планування на 3 рівнях ($N = 27$) з умови збереження ортогональності нелінійної матриці типу 3^3 з варіюванням вхідних факторів x_1, \dots, x_3 на трьох рівнях.

$$b_0 = \sum_{j=1}^{N=27} \bar{Y}_j / N - 2/3(b_{11} b_{22} b_{33}), \quad (1.17)$$

$$b_1 = \sum_{j=1}^{N=27} \bar{Y}_j x_{1j} / 18, \quad (b_2, b_3, \text{аналогічно}), \quad (1.18)$$

$$b_{12} = \sum_{j=1}^{N=27} \bar{Y}_j x_{1j} x_{2j} / 12, \quad (b_2, b_3, \text{аналогічно}), \quad (1.19)$$

$$b_{11} = \sum_{j=1}^{N=27} \bar{Y}_j (x'_{1i})^2 / 4, \quad (b_{22}, b_{33}, \text{аналогічно}). \quad (1.20)$$

Отримані чисельні значення коефіцієнтів регресії $b_1 \dots b_{33}$ в окремих випадках можуть бути меншими статистичної похибки дослідження в цілому.

Для відсіювання і оцінки значущості коефіцієнтів регресії використовується один з двох методів:

- за t – критерієм Ст'юдента

$$t = |b_i| / S\{b_i\} \leq t_{\text{до}}, \quad (1.21)$$

де $S\{b_i\}$ - середньоквадратичне відхилення коефіцієнта регресії b_i

$$S\{b_i\} = \pm \sqrt{\frac{S^2\{Y\}}{N}}, \quad (1.22)$$

$t_{\text{до}}$ - табульоване критичне значення t – критерію Ст'юдента. Інтервал задається верхньою і нижньою межами $b_i + \Delta b_i$ і $b_i - \Delta b_i$.

$$\Delta b_i = \pm t_{\text{до}} \{b_i\} \quad \text{або} \quad \Delta b_i = \pm \frac{t_{\text{до}} S\{Y\}}{\sqrt{N}}. \quad (1.23)$$

Значення коефіцієнтів регресії b_i приймається до розгляду, якщо його абсолютне значення перевищує довірчий інтервал.

Абсолютне значення коефіцієнта регресії дозволяє дати кількісну оцінку значимості впливу досліджуваного фактора x_i на формування досліджуваного параметра Y (тут Q_S) безпосередньо в абсолютній величині (л/100 км), провести ранжування факторів, що характеризують умови руху - швидкості руху $V_A(x_1)$, типу і стану дороги $\Psi(x_2)$, ваги транспортного засобу $G_a(x_3)$, за ступенем їхньої питомою значимості у формуванні лінійної витрати палива Q_S .

Знак визначеного коефіцієнта (+ чи -) свідчить, що якісний вплив того чи іншого фактора на вихідний показник Q_S (при знаку + збільшення значення x_i обумовлює пропорційний значенню b_i ріст значення вихідного показника – витрати палива і навпаки, негативне значення отриманого коефіцієнта регресії свідчить про протилежне). Важливим є також навіть на рівні лінійного дослідження (так званого повного факторного дослідження (ПФД), $j=1\dots 8$) кількісна і якісна оцінка ефекту взаємодії, накладання дії досліджуваних факторів $x_1, x_2, x_2, x_3, x_1, x_3$ (відповідно b_{12}, b_{13}, b_{23}), адже априорі

вплив поєднання факторів G_a і Ψ , Ψ і V_a , V_a і G_a очевидний. Коефіцієнти b_{12}, b_{13}, b_{23} дають якісну і кількісну оцінку нелінійних взаємозв'язків (впливу на формування лінійної витрати палива).

Другою суттєвою перевагою отримуваних поліноміальних моделей типу (1.13, 1.14) при представленій методиці багатфакторного дослідження $Q_s = f(V_a, G_a, \Psi)$ є можливість розрахунку вихідної величини Q_s не тільки для фіксованих умов матриці дослідження (табл. 1.6), але й для любых проміжних значень і комбінацій факторів – умов руху: V_a, G_a, Ψ .

Власне це дозволяє використовувати залежності (1.13, 1.14) в реальній практиці експлуатації з заданим через формули переходу (1.15) умов руху V_a, G_a, Ψ для оцінки Q_s в конкретному випадку.

Певним чином, але без гарантії збереження заданої процедурою статистичної точності, отримані моделі можна використати для оцінки ситуації, коли значення факторів $x_1 \dots x_3$ виходять за межі досліджуваного, заданого умовами дослідження діапазону (+1...-1), але при цьому слід приймати до уваги, що отримані результати по Q_s відповідатимуть відповідно лінійному або нелінійному екстраполюванню отриманих і статистично достовірних в діапазоні $x_i \geq \pm 1$ залежностей з об'єктивно більшою похибкою у співвідношенні до реальних результатів при заданні $x_i > +1$ чи $x_i < -1$.

Вибір діапазону варіювання вхідних факторів – умов руху для дослідження є вкрай важливим – з одного боку природне бажання охопити якомога ширший діапазон можливих умов експлуатації, з іншого – чим ширший діапазон, тим, враховуючи нелінійні ефекти і ефекти взаємодії факторів, менша ймовірність отримання достатньо точної поліноміальної моделі, що описує досліджувані процеси.

Виходячи з вищезазначених (табл. 1.6) статистичних співвідношень розподілу середніх швидкостей руху V_a на різних типах доріг можна констатувати певну складність охоплення всього потенційного діапазону V_a для асфальтобетону 1 кат. одночасно з діапазоном V_a і для ґрунтових чи

піщаних мокрих доріг (в т.ч. навіть і з умов недостатньої потужності двигуна конкретної вантажівки з повним завантаженням). Очевидна необхідність фіксації певного проміжного, базового діапазону V_a , що з одного боку не охоплюватиме швидкості руху, близькі до максимальних, з іншого боку - нижню частину діапазону малих швидкостей руху на мокрих ґрунтових і піщаних дорогах, зовсім не характерних для доріг з твердим покриттям.

Відповідно і розмежуюються можливі діапазони дослідження V_a для вантажівки класичної схеми приводу 4x2, 6x2, що призначенні переважно для експлуатації на дорогах з твердим покриттям.

З іншого боку, отримані поліноміальні моделі $Q_S = f(V_a, G_a, \Psi)$ в коректному з точки зору умов статистично достовірної реалізації матриці (табл.1.7), дозволяють з дещо більшою похибкою давати і прогностичну оцінку зміни Q_S при виході з досліджуваного діапазону (V_a, G_a, Ψ) . При цьому слід зазначити, що виходячи з механіки руху транспортного засобу ця похибка буде значно меншою при збільшенні V_a за межі діапазону, бо рух здійснюватиметься вже без зміни вищої (прямої) передачі в трансмісії. Зворотній же процес – з меншими швидкостями нижче граничного значення даного діапазону ($x_i < -1$) супроводжуватиметься значно більшою нелінійністю через необхідність переходів на нижчі передачі в трансмісії. Усталений рух для різних передач, як загальновідомо з паливно-економічних характеристик транспортних засобів, фактично є набором відповідних числу передач кусково - неперервних функцій, кожна з яких є нелінійною і переходи між ними (зміна руху на i -й передачі переходом на $i+1$ -ту передачу чи навпаки) є фактично суттєвими функціями, апроксимувати які нелінійною функцією 2-го порядку є практично нереально.

Таким чином в рамках даної задачі дослідження можна визначити два діапазони швидкості руху з розподілом для класичних вантажних автомобілів (4x2) - діапазон "А", (табл.1.7).

Таблиця 1.7 - Діапазони зміни швидкості руху V_a при багатofакторному дослідженні $Q_S = f(V_a, G_a, \Psi)$, км/год

Рівень	Кодоване значення	A
Верхній	+1	60
Базовий	0	45
Нижній	-1	30

Відповідно для групи А змінюються діапазони дорожніх умов руху, що умовно для доріг з деформованими поверхнями квантифікуються через базові значення коефіцієнта сумарного опору рухові Ψ_0 (з врахуванням зміни і доповнень пропорційно V_a, G_a згідно (табл.1.8)).

Таблиця 1.8 - Діапазони зміни фактору Ψ (типу і стану доріг)

Рівень	Код значення	A
Верхній	+1	0,045
Базовий	0	0,031
Нижній	-1	0,017

Для класичних вантажних автомобілів в діапазоні $V_a \leq 60$ км/год і шин без централізованої системи регулювання тиску повітря загальноприйняті опосередковані значення Ψ з нехтуванням коливань зміни $\Psi(V_a)$, що стають суттєвими при $V_a > 60$ км/год.

Практично однозначно квантифікуються рівні завантаження транспортного засобу - від визначеної технічними умовами спорядженої маси (нижній рівень) до відповідно максимального завантаження (повної допустимої маси заводу виробника верхній рівень +1).

1.3 Аналіз дизельних установок на газовому паливі. Вибір системи подачі палива і регулювання частоти обертання газодизелів

1.3.1 Класифікація альтернативних енергоносіїв, які можуть використовуватися в силових установках вантажних автомобілів

Альтернативне моторне паливо повинне відповідати трем основним вимогам:

- воно повинне забезпечувати приблизно такі ж енергетичні, паливно-економічні і екологічні показники двигунів внутрішнього згорання, як і рідкі нафтові палива;

- запаси його на земній кулі повинні бути соїзмеріми із запасами нафти до початку інтенсивної здобичі її, вони повинні бути також легко доступні, як нафта;

- воно повинне бути зіставно з нафтовими паливами по вартості.

До альтернативних моторних палив можна віднести:

- природний газ, що містить до 85-98% метану;
- шахтний метан, біогаз і інші гази, що містять 80% і більш метану;
- нафтові гази пропан і бутан;
- спирти - етанол і метанол;
- водень;
- штучний бензин, що одержується з твердого палива і коксових газів;
- рапсове масло;
- газогенераторний газ, що одержується шляхом газифікації твердих палив.

Зі всіх цих палив тільки природний газ відповідає всім перерахованим вище вимогам. Тому його вважають єдиною реальною альтернативою нафтовим паливам принаймні в першій чверті XXI сторіччя.

Інші палива теж одержать застосування в тих регіонах, де вони вироблятимуться, але масштаби їх використання будуть нікчемними в порівнянні із застосуванням природного газу.

Тому природний газ зараз розглядають як повноцінне моторне паливо, яким можна повністю замінити бензин в двигунах з іскровим запаленням і використовувати як один з компонентів в двигунах подвійного палива - газодизелях і бензогазових двигунах.

До теперішнього часу в світі налічується близько 1 млн. автомобілів, що працюють на природному газі, і число їх неухильно зростає [1-3].

Природний газ як різновид енергоносіїв.

Природний газ як моторне паливо по ряду показників перевершує рідке нафтове паливо. До ним відносяться хороші антидетонаційні якості, сприятливі умови сумешеутворення, широкі межі займистості газоповітряної суміші. Складається природний газ з метану з домішкою інших вуглеводнів і інертних газів. Його приблизний склад (у % за об'ємом): метан 85-99; етан 1,0-8,0; пропан 0,5-3,0; азот 0,5-0,7; діоксид вуглецю до 1,8. Октанове число основного компоненту природного газу - метану по моторному методу рівне 104 [5].

Нижча теплота згорання природного газу знаходиться в межах 32600-37000 кДж/м³ залежно від родовища. Але з погляду використання газу в двигунах внутрішнього згорання більший інтерес представляє теплота згорання газоповітряної суміші. Об'ємна теплота згорання стехіометричної суміші природного газу різних родовищ складає 3380-3500 кДж/м³, у бензині 3570 кДж/м³, у дизельного палива 3470 кДж/м³, тобто у газу вона лише трохи менше.

До переваг природного газу потрібно віднести зменшення зносу циліндрів двигуна і збільшення терміну служби змащувального мастила завдяки тому, що масляна плівка не змивається із стінок циліндрів паливом, що не випарувалося, як в бензинових двигунах, а при згоранні газу не утворюються тверді частинки вуглецю, як в дизелях, що викликають абразивний знос і забруднюють мастило.

Відпрацьовані гази газових двигунів менш токсичні, чим у двигунів, що працюють на рідких нафтових паливах.

Але у природного газу як моторного палива для двигунів мобільних машин є істотний недолік, вже відмічений у введенні, - низька об'ємна концентрація енергії, вона майже в 1000 разів менше, ніж у рідкого палива. Для зберігання достатнього запасу газу на борту машини його доводиться стискати його до тиску 20-25 МПа у важких сталевих балонах. Це стало основною причиною обмеженого застосування його на транспорті.

Але ця проблема поступово розв'язується. Вже є армовані пластмасові балони, які в 2-3 рази легші за сталевих. Інтенсивні дослідження в цьому напрямі продовжуються в багатьох країнах, зокрема в Україні. Питання зараз в організації промислового виробництва таких балонів.

Друга істотна складність - організація заправки мобільних машин стислим газом. Вона розв'язується будівництвом в країні мережі АГНКС, а там, де це неможливо або недоцільне - застосуванням спеціальних газозаправників.

1.3.2 Аналіз основ побудови дизельних установок на газовому паливі і вибір напрямку їх розвитку

У газодизелях застосовуються два способи сумешеутворення: зовнішнє і внутрішнє [8, 9].

При зовнішньому сумешеутворенні газоповітряна суміш утворюється в спеціальному пристрої - газоповітряному змішувачі, і з нього поступає в циліндри газодизеля через впускні органи на такті впускання. В кінці такту стиснення вона примусово запалюється від запальної дози дизельного палива, яке уприскується в камеру згорання через форсунку, як в звичайному дизелі.

По конструкції такі газодизелі відрізняються від звичайних дизелів тільки наявністю додаткових пристроїв для живлення двигуна газом і для регулювання частоти обертання колінчастого валу газодизеля при роботі по газодизельному циклу.

Тому дизель достатньо просто можна конвертувати в газодизель навіть

в умовах ремонтних майстерень. Такий газодизель може працювати і як звичайний дизель.

При внутрішньому сумешеутворенні перемішування газового палива з повітрям відбувається усередині циліндрів газодизеля. Для цього можна застосувати два способи подачі газу:

а) на такті впуску в циліндри поступає повітря, а на початку стиснення подається газове паливо через спеціальні газові впускні клапани або форсунки, розташовані в головці циліндрів [8];

б) газове паливо подається через форсунки, встановлені перед впускними клапанами газодизеля. В цьому випадку газ вдувається порціями в циліндри через відкриті впускні клапани або безперервно подається до клапанів протягом всього або частини робочого циклу газодизеля (як в деяких системах уприскування бензину) [7, 10].

Щоб реалізувати перший з цих способів подачі газу, потрібно створювати спеціальну конструкцію газодизеля, яка, до того ж, мало пристосована для тривалої роботи по дизельному циклу.

При другому способі подачі газу потрібно змінювати конструкцію впускних колекторів двигуна, застосовувати спеціальні газові форсунки з електронною системою управління.

Що стосується енергетичних, паливно-економічних і екологічних показників роботи, то у газодизелів із зовнішнім і внутрішнім сумешеутворенням вони практично однакові.

Зовнішнє сумешеутворення здійснити простіше. Процес утворення газоповітряної суміші в газодизелях при зовнішньому сумешеутворенні можна умовно розділити на два етапи: перший етап - змішення природного газу, що подається під невеликим надмірним тиском через форсунку у впускну трубу двигуна, на другому етапі в газоповітряну суміш, що стискається в циліндрах двигуна, подається запальна доза дизельного палива.

Аеродинамічна структура потоків газу і повітря багато в чому визначає якість процесу змішення на першому етапі. Для аналізу процесів

сумешеутворення скористаємося закономірностями вільних затоплених струменів.

Подача газу з потік повітря є простим випадком сумешеутворення.

Унаслідок постійності статичного тиску в затопленому вільному струмені імпульс зовнішніх сил рівний нулю, а кількість руху секундної маси у всіх перетинах є постійною величиною [11]. У вільному струмені спостерігається подібність швидкісних полів:

$$\frac{\omega}{\omega_m} = f\left(\frac{r}{R}\right), \quad (1.24)$$

де ω - швидкість в даній крапці;

ω_m - швидкість на осі в даному перетині;

r - відстань від даної крапки до осі;

R - радіус зовнішньої межі струменя в даному перетині.

Поле температур в затопленому вільному струмені не співпадає з полем швидкостей, як показав Г.Н. Абрамовіч [11], а описується залежністю

$$\frac{(T - t_{окр})}{(T_m - T_{окр})} = \sqrt{\frac{\omega}{\omega_m}} \quad (1.25)$$

де $T - T_{окр}$ - надмірна температура в одній крапці;

$T_m - T_{окр}$ - надмірна температура на осі струменя в даному перетині.

Про перемішування струменя з повітряним потоком можна судити або по концентраційних полях, що вимагає виконання великої кількості газових аналізів, або по температурних полях, якщо газ замінити підігрітим повітрям.

У роботі [12] закон падіння безрозмірної надмірної швидкості і температури на осі струменя виражається в наступному вигляді:

$$\frac{\omega_m}{\omega_o} = \frac{0,48}{ax/D + 0,145}; \quad (1.26)$$

$$\frac{(T_m - T_{окр})}{(T_o - T_{окр})} = \frac{0,35}{\left(\frac{K_T}{K_\omega}\right)\left(\frac{ax}{D}\right) + 0,145}, \quad (1.26)$$

де ω_o - швидкість у вихідному перетині струменя;

a - коефіцієнт структури струменя, що характеризує початкову турбулентність і ступінь нерівномірності швидкісного поля;

x - відстань до зрізу сопла;

D - діаметр вихідного отвору сопла;

$T_o - T_{окр}$ - надмірна температура у вихідному перетині струменя;

$K_T = (T_o - T_{окр}) / (T_{cp} - T_{окр})$ - коефіцієнт температурного поля у вихідному перетині струменя;

$K_\omega = \frac{\omega_o}{\omega_{cp}}$ - коефіцієнт швидкісного поля у вихідному перетині струменя.

Використовуючи останню з приведених залежностей, можна визначити розподіл надмірних концентрацій уздовж осі струменя.

Аеродинаміка повітряного потоку на виході з форсунки, що подає природний газ у впускну трубу двигуна, робить істотний вплив на процес утворення газоповітряної суміші. На виході з прямої форсунки має місце найбільш проста форма профілю швидкісного поля, яке для розвиненого турбулентного потоку усередині циліндрового каналу з достатньою точністю описується рівнянням

$$\frac{\omega}{\omega_{max}} = \left(1 - \frac{r_i}{r}\right)^{-0,143}, \quad (1.27)$$

де ω - поточне значення швидкості;

ω_{max} - максимальна швидкість на осі каналу;

r_i - відстань від осі каналу до даної крапки;

r - радіус циліндрового каналу.

Дослідженнями Ляховського Д.Н., Ахмедова Р.Б., Сигала І.Я. показано, що відносна довжина шляху змішення в закрученому струмені у декілька разів більше, ніж в прямоточній. Це свідчить про підвищену перемішуючу здатність закручених струменів. Проте, застосування завихорювачів ускладнює конструкцію форсунки газодизеля.

Для забезпечення однорідності газоповітряної суміші без ускладнення форсунки в системі живлення і регулювання транспортного газодизеля пропонується використовувати звичайну прямоточну форсунку, розгорнену соплом назустріч набігаючому потоку.

Дослідження розвитку струменя в поперечний рухомому потоці дозволили сформулювати рекомендації з цього питання. На рис. 1.1 приведена схема розвитку струменя газу в набігаючому потоці.

Для розрахунку глибини проникнення газового струменя в поперечний рухомому необмеженому плоскопаралельному потоці рекомендується формула, одержана на основі робіт Сиркина С.Н. і Ляховського Д.Н., по якій визначається відносна далекобійність струменя

$$\frac{h}{d_{\text{екв}}} = K_S \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right) \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \sin \alpha, \quad (1.28)$$

де h - відстань від осі струменя, рухомого паралельно потоку, до площини, в якій встановлено сопло;

$d_{\text{екв}}$ - еквівалентний діаметр сопла;

K_S - коефіцієнт пропорційності, визначуваний залежно від відносного кроку між отворами S/d ;

ω_1 - середня швидкість поперечного потоку повітря;

ρ_1, ρ_2 - щільність відповідно повітря і газу;

α - кут атаки струменя.

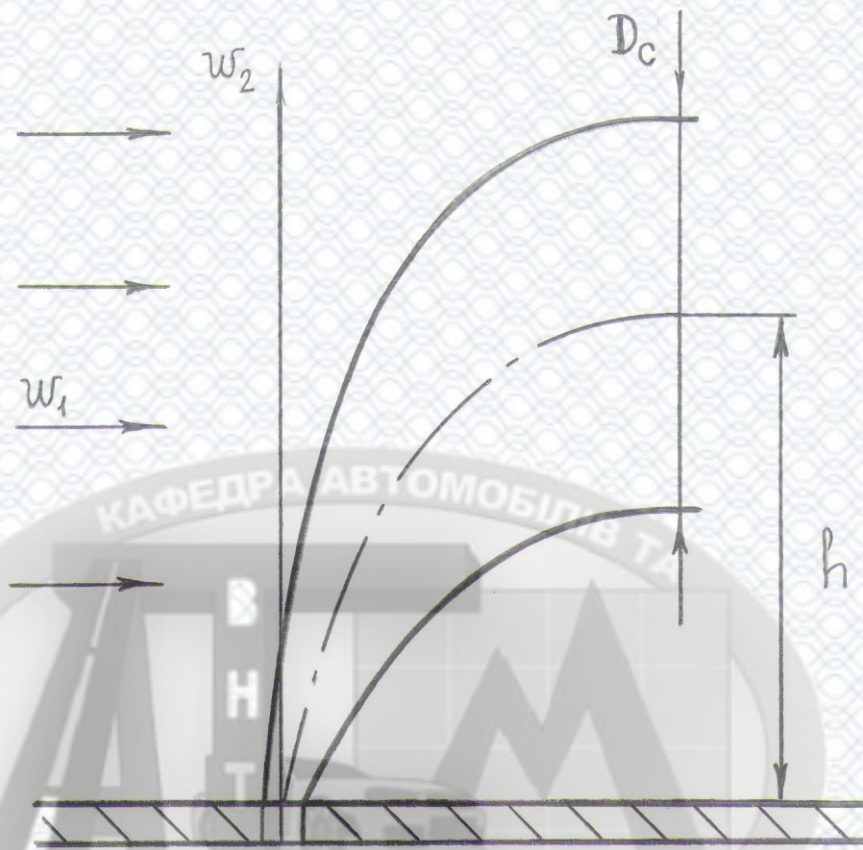


Рисунок 1.5 – Схема розвитку струменя в поперечному потоці

Якість змішення природного газу з окислювачем (повітрям) у впускному колекторі двигуна обуславлюється як інтенсивністю масопереносу, так і початковим розподілом компонентів, що змішуються, в потоці.

У роботі [13] запропонований параметр $\bar{\chi}$, за допомогою якого можна оцінювати ступінь незавершеності процесу змішення в топкових пристроях, він придатний для оцінки якості сумешеутворення як в ізотермічних умовах, так і при горінні.

Параметр $\bar{\chi}$ є відносним середневзвешеною значенням концентраційної нерівномірності χ , віднесеним до гранично можливого її значення χ_{\max} при однаковій середній по перетину концентрації палива в суміші.

Параметр $\bar{\chi}$, що характеризує ступінь незавершеності сумешеутворення, визначається по формулі

$$\bar{\chi} = \left[\frac{1}{2G} \right] \sum \frac{(C_i - C_{cp})}{C_{cp}(1 - C_{cp})} (\omega \rho f)_i, \quad (1.29)$$

де G - загальна витрата газоповітряної суміші;

C_{cp} , C_i - середня і локальна масові концентрації суміші;

$(\omega \rho f)_i$ - витрата газоповітряної суміші через елементарний площадка f_i .

Параметр $\bar{\chi}$ може змінюватися в діапазоні від 0 до 1, причому при $\bar{\chi}=0$ має місце повне зміщення газу з повітрям, а при $\bar{\chi}=1$ - зміщення повністю відсутнє.

В процесі газообміну газоповітряна суміш з великою швидкістю поступає в циліндри двигуна через кільцеві зазори впускних клапанів. Інтенсивний турбулентний рух сприяє отриманню одноріднішої газоповітряної суміші.

Вибір способу управління подачею газу при зовнішньому сумешеутворенні.

При зовнішньому сумешеутворенні газоповітряна суміш утворюється в спеціальному пристрої - газоповітряному змішувачі. У нього поступають по двох патрубках окремо повітря і газ, а з третього патрубка виходить газоповітряна суміш. У кожному з патрубків можна встановити заслінки, за допомогою яких регулювати склад газоповітряної суміші і її кількість, що виходять із змішувача.

Газ можна подавати в газоповітряний змішувач двома способами:

- під дією розрідження, що створюється під час всмоктуючих ходів поршнів газодизеля;

- під невеликим надмірним тиском.

При першому способі в газоповітряному змішувачі встановлюють дифузор подібно до струму як це робиться в карбюраторах. У найбільш вузький перетин дифузора виходить форсунка, через яку всмоктується газове паливо.

Основний недолік цього способу - збільшення гідравлічного опору впускного тракту із-за наявності в ньому дифузора, що зменшує наповнення

циліндрів свіжим зарядом. При роботі по газодизельному циклу це не має істотного значення, але при переході на дизельний цикл доводиться зменшувати номінальну потужність газодизеля, щоб димність ВГ не виходила з допустимих меж.

Проте, цей спосіб одержав застосування, зокрема, на газодизелях КамАЗ і в деяких дослідних системах живлення газодизелів [14-17]. Недолік можна усунути, якщо при переході на дизельний цикл включати додатковий прохід для повітря [6,18]. Але це ускладнює систему живлення.

При другому способі газ вдувається через форсунку у впускну трубу газодизеля, дифузор не потрібен. Тому наповнення циліндрів свіжим зарядом однакове при роботі по газодизельному і дизельному циклах.

Є ще дві переваги цього способу подачі газу перед першим:

а) на подачу газу під тиском не витрачається енергія, що створюється газодизелем, а використовується енергія стислого в балонах газу, тоді як при першому способі на створення розрідження в дифузорі витрачається деяка частина створюваної газодизелем енергії;

б) при вдуванні газу в потік повітря поліпшується перемішування цих двох газів, виходить більш гомогенна газоповітряна суміш.

Цей спосіб подачі газу доцільно прийняти і в газодизелях вантажних автомобілів.

Висновки до першого розділу

В даному розділі проведена загальна характеристика автотранспортного підприємства, було з'ясовано предмет діяльності підприємства та з якою метою дане підприємство було створене.

Визначено рухомий склад підприємства та проаналізовано транспортні засоби та дорожньо-будівельні машини які мали найбільшу інтенсивність експлуатації протягом року.

Було визначено різні види норм по витраті палива які встановлюються для транспортних засобів, які показали, що нормативні витрати встановлюють по звітних документах, форми яких розробляються самим

підприємством. У цих документах мають бути приведені умови експлуатації, до яких можуть бути застосовані відповідні коригуючі коефіцієнти базової норми, що враховують вплив на вжиток палива тих або інших умов.

Проведений огляд та аналіз існуючих методик досліджень паливної економічності вантажних автомобілів дозволив виділити 3 характерні групи:

- дослідження взаємозв'язку зміни підбору конструктивних параметрів та технічних характеристик транспортного засобу з паливною економічністю;
- дослідження впливу умов руху транспортного засоба на його паливну економічність;
- оцінка впливу технічного стану транспортного засобу, включаючи регулювання і несправності на збільшення лінійної витрати палива.

На сьогодні реальною альтернативою нафтовим паливам є природний газ, їм можна повністю замінити бензин в двигунах з іскровим запаленням і використовувати як основне паливо в двигунах подвійного палива - газодизелях.

Представляє інтерес конвертація дизелів вантажних автомобілів в газодизелі. У газодизелях доцільно застосовувати зовнішнє сумешеутворення, вдування газового палива у впускну трубу через форсунку під невеликим надмірним тиском і регулювання частоти обертання механічним відцентровим регулятором. Такий газодизель може повноцінно працювати по газодизельному і дизельному циклах при однаковій номінальній потужності.

Для переобладнання серійних дизелів в газодизелі можна використовувати вузли, що випускаються промисловістю, і деталі газової апаратури газобалонних автомобілів, але частину вузлів потрібно виготовляти спеціально (дозатор газу, газова форсунка) або переробляти з тих, що існують (редуктор низького тиску, стежачий гідравлічний підсилювач, регулятор частоти обертання).

Для проведення досліджень автомобіля МАЗ-5335 використовується система живлення і регулювання для газодизелів ЯМЗ-236.

Мета роботи полягає в покращенні ефективності функціонування автотранспортного підприємства переведенням дизелів вантажних автомобілів в газодизелі та визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

Основними завданнями магістерської роботи будуть:

- проаналізувати вплив на витрати палива вантажних автомобілів основних факторів, що пов'язані з пробігом транспортних засобів;
- удосконалити методику визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів;
- провести техніко-економічні обґрунтування доцільності переведення дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом та використання методики витрати палива на автотранспортному підприємстві, яке експлуатує вантажні автомобілі.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З
УНІВЕРСАЛЬНИМ РЕГУЛЯТОРОМ ГАЗОДИЗЕЛЯ

2.1 Математична модель системи «Водій - автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище»

За основу математичної моделі «Водій – автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище» ВАДО прийнято відоме диференціальне рівняння руху автомобіля, вживане і до вантажних автомобілів.

Рівняння має вигляд

$$P_k = P_f \pm P_\alpha \pm P_j + P_w + P_m + P_{пов} \quad (2.1)$$

де P_k - сила тяги на провідних колесах машини, залежна від обертального моменту двигуна;

P_f - сила опору коченню коліс;

P_α - сила опору підйому;

P_j - сила інерції автомобіля;

P_w - сила опору повітря;

P_m - сила опору руху, що виникає при коливаннях підресорених мас машини;

$P_{пов}$ - сила опору, що виникає при поворотах.

Враховуючи, що на характер руху автомобіля істотно впливає робота системи автоматичного регулювання частоти обертання газодизеля, в якій розглядаються момент, що рушійний крутить, і моменти опори, приведені до колінчастого валу двигуна, в математичній моделі рівняння (2.1) зручніше представити не у вигляді суми сил, а у вигляді суми моментів, передаваних через вали коліс і трансмісії. Для цього сили, що входять в рівняння (2.1) перемножуються на радіус r_k провідних коліс. Виходить вираз у вигляді

рівності

$$M_{\text{ек}} = M_{\text{фк}} \pm M \alpha_{\text{к}} \pm M_{\text{jk}} \pm M_{\text{wk}} + M_{\text{mk}} + M_{\text{пов.к}}, \quad (2.2)$$

де $M_{\text{ек}}$ - що ефективний момент газодизеля, приведений до провідних коліс автомобіля;

$M_{\text{фк}}$ - момент від сили опору коченню коліс;

$M \alpha_{\text{к}}$ - момент від сили опору підйому;

M_{jk} - момент від сили інерції автомобіля;

M_{wk} - момент від сили опору повітря;

M_{mk} - момент від сили опору, що виникає при коливаннях підресорених мас автомобіля;

$M_{\text{пов.к}}$ - момент від сили опору, виникаючої при поворотах автомобіля.

Сила інерції P_j прикладена в центрі мас автомобіля, а сила P_w опору повітря - в центрі лобової площі автомобіля (у центрі парусності). По відношенню до поверхні дороги від цих сил виникають моменти. Ці моменти викликають зміну величини нормальних реакцій, що діють на передні і задні колеса. В результаті змінюються сили опору коченню передніх і задніх коліс. Проте ці зміни направлені в протилежні сторони, тому значною мірою взаємно компенсуються. Це дозволяє не враховувати їх в рівнянні (2.1).

Ефективний момент $M_{\text{ек}}$ газодизеля, приведений до провідних коліс автомобіля, рівний

$$M_{\text{ек}} = M_e u_{\text{к.п.}} u_{\text{г.п}} \eta_{\text{тр}}, \quad (2.3)$$

де $u_{\text{к.п.}}$, $u_{\text{г.п}}$ - передавальні числа коробки передач і головної передачі;

$\eta_{\text{тр}}$ - механічний к.п.д. трансмісії автомобіля.

З теорії автомобіля

$$M f_k + M \alpha_k = G_a g (f \cos \alpha_{дор} \pm \sin \alpha_{дор}) r_k, \quad (2.4)$$

де G_a - повна маса автомобіля, кг;

$g = 9,81$ м/с² - прискорення сили тяжіння;

f - коефіцієнт опору коченню коліс;

$\alpha_{дор}$ - кут підйому (спуску) подовжнього профілю дороги, град;

r_k - динамічний радіус колеса, м,

$$M_{wk} = k F V_a^2 r_k, \quad (2.5)$$

де $k = c \rho$ - коефіцієнт обтічності автомобіля;

c - коефіцієнт опору повітря;

F - площа мідельового перетину автомобіля, м²;

V_a - поступальна швидкість руху автомобіля, м/с.

Момент M_{jk} від сил інерції враховує моменти від сили інерції маси автомобіля в цілому і моменти від мас двигуна і коліс, що обертаються. Цей момент, приведений до провідних коліс, рівний

$$M_{jk} = M_{ja} + M_{jd} + M_{jкол}, \quad (2.6)$$

де M_{ja} - момент інерції від сили інерції маси автомобіля;

M_{jd} - інерційний момент рухомих мас двигуна;

$M_{jкол}$ - інерційний момент коліс.

У розгорненому вигляді рівняння (2.6) приймає вигляд

$$M_{jk} = G_a r_k \frac{dV_a}{dt} + \frac{1}{30} J_d u_{к.п.} u_{г.п.} \pi \frac{dn_d}{dt} + \sum \frac{1}{30} J_{кол} \pi \frac{dn_{кол}}{dt}, \quad (2.7)$$

де J_d - момент інерції газодизеля, кг м²;

$J_{\text{кол}}$ - момент інерції колеса, кг м².

Підставивши в рівняння (2.2) рівняння (2.3) - (2.7), одержуємо

$$M_e u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр} = G_a g (f \cos \alpha \pm \sin \alpha) r_k + k F V_a^2 r_k \pm G_a r_k \frac{dV_a}{dt} \pm \frac{1}{30} J_d u_{к.п} u_{г.п} \pi \frac{dn_d}{dt} \pm \sum \frac{1}{30} J_k \pi \frac{dn_k}{dt} + M_{мк} + M_{пов.к}, \quad (2.8)$$

де M_e - що ефективний крутить момент, що створюється на колінчастому валу газодизеля.

У рівнянні (2.8) знак перед доданками, що містять похідні, залежить від знаку похідної - при прискоренні автомобіля він негативний, а при уповільненні позитивний.

Моменти опору $M_{мк}$ и $M_{пов.к}$ записуємо поки в загальному вигляді, далі вони розглядаються детально.

Оскільки в САРЧ газодизеля зручніше оперувати моментами, приведеними до колінчастого валу, то всі моменти, що входять в рівняння (2.8), приводимо до колінчастого валу, Для цього ділимо обидві частини рівняння (2.8) на твір $u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}$. Одержуємо

$$M_e = (G_a g (f \cos \alpha \pm \sin \alpha) r_k + k F V_a^2 r_k) / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}) \pm \pm (G_a r_k \frac{dV_a}{dt} + \sum \frac{1}{30} J_k \pi \frac{dn_k}{dt}) / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}) \pm \pm \frac{1}{30} J_d \pi \frac{dn_d}{dt} / \eta_{тр} + (M_{мк} + M_{пов.к}) / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}) \quad (2.9)$$

Враховуємо, що

$$n_k = \frac{n_d}{u_{к.п} u_{г.п}}, \quad (2.10)$$

і що поступальну швидкість V_a можна виразити через частоту обертання n_d .

Тоді

$$V_a = \frac{1}{30} \pi n_k r_k = \frac{1}{30} \pi n_d r_k / (u_{к.п} u_{г.п}). \quad (2.11)$$

З урахуванням рівнянь (2.10) і (2.11) рівняння (2.9) приймає такий вигляд

$$\begin{aligned} M_e = & [G_a g (f \cos \alpha \pm \sin \alpha) r_k + k F r_k (\frac{1}{30} \pi n_d r_k / (u_{к.п} u_{г.п}))^2] / \\ & / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}) \pm \frac{1}{30} [(G_a r_k^2 + \sum J_k) / ((u_{к.п} u_{г.п})^2 \eta_{тр})] \pi \frac{dn_d}{dt} \pm \\ & \pm \frac{1}{30} J_d \pi \frac{dn_d}{dt} / \eta_{тр} + (M_{мк} + M_{пов.к}) / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}). \end{aligned} \quad (2.12)$$

Позначаємо

$$J_{п} = (G_a r_k^2 + \sum J_k) / ((u_{к.п} u_{г.п})^2 \eta_{тр}), \quad (2.13)$$

где $J_{п}$ - приведений до колінчастого валу момент інерції рухомих мас автомобіля і коліс.

З урахуванням рівняння (2.13) одержуємо рівняння руху автомобіля у формі Коші

$$\begin{aligned} \frac{dn_d}{dt} = & \frac{30}{\pi(J_d + J_{п})} \{M_e - [G_a g (f \cos \alpha_{дор} \pm \sin \alpha_{дор}) r_k + \\ & + k F r_k (\frac{1}{30} \pi n_d r_k / (u_{к.п} u_{г.п}))^2 + M_{мк} + M_{пов.к}] / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр})\} = M_e - M_{нв}, \end{aligned} \quad (2.14)$$

де $M_{нв} = \frac{30}{\pi(J_d + J_{п})} [G_a g (f \cos \alpha \pm \sin \alpha) r_k + k F r_k (\frac{1}{30} \pi n_d r_k / (u_{к.п} u_{г.п}))^2] / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр})$ - момент навантаження, що діє на колінчастий вал газодизеля з боку автомобіля.

Відзначимо, що, як видно з рівняння (2.13) приведений момент інерції $J_{п}$ обернено пропорційний квадрату передавального числа $u_{к.п.}$ коробки передач.

Тому J_{π} залежить від передачі, включеної в коробці передач.

При сталій швидкості руху, коли $V_a = \text{const}$ кутове прискорення $\frac{1}{30} \pi \frac{dn_d}{dt} = 0$ і рівняння (2.14) приймає вигляд

$$M_e = M_{\text{нв}}. \quad (2.15)$$

Рівність (2.15) порушується, якщо змінюються M_e або $M_{\text{нв}}$, або обидва ці моменти одночасно. В цьому випадку в системі відбувається перехідний процес, що описується рівнянням (2.14). Інтегруючи диференціальне рівняння (2.14) за часом одержуємо криву зміни частоти обертання n_d і по ній обчислюємо зміну швидкості V_a автомобіля під час перехідного процесу.

Рівнянням (2.14) описується рух автомобіля з включеним зчепленням.

Якщо на ходу автомобіля вимкнути зчеплення, то його маса розділиться на дві рухомі маси: масу газодизеля з моментом інерції J_d і масу автомобіля з моментом інерції $J_{\pi j}$, де j - номер передачі, включеної в коробці передач, оскільки момент інерції J_{π} залежить від передавального числа трансмісії.

Вихідними координатами є для газодизеля частота обертання n_d його валу, а для трансмісії автомобіля - частота обертання валу зчеплення $n_{зч}$.

При вимкненому зчепленні енергія, що виробляється газодизелем, витрачається на подолання внутрішніх опорів в ньому. Тому рівняння руху газодизеля при вимкненому зчепленні запишемо у такому вигляді

$$\frac{dn_d}{dt} = \frac{30}{\pi \cdot J_d} [M_i - M_M], \quad (2.16)$$

де M_i - що індикаторний крутять момент газодизеля;

M_M - момент умовних механічних втрат в газодизелі.

Частота обертання n_d після виключення зчеплення буде або зростати або знижуватися залежно від положення педалі управління подачею палива.

Автомобіль з вимкненим зчепленням продовжує рухатися за інерцією з

уповільненням. Рівняння руху його приймає вигляд

$$\frac{dn_{cy}}{dt} = -\frac{30}{\pi \cdot J_{nj}} \{ [G_a g (f \cos \alpha_{дор} \pm \sin \alpha_{дор}) r_k + k F r_k (\frac{1}{30 \pi} n_{зч} r_k / (u_{к.п} u_{г.п}))^2 + M_{тк} + M_{пов.к}] / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр}) \}. \quad (2.17)$$

Під час розгонів автомобіля з місця або після включення чергової передачі зчеплення поступово включається при цьому воно пробуксовує, а частота обертання n_d газодизеля знижується. При зниженні частоти обертання n_d через зчеплення передається, окрім обертального моменту M_c , ще і інерційний момент, що створюється за рахунок виділення кінетичної енергії рухомих мас газодизеля, головним чином маховика. Цей момент рівний

$$M_{зч} = M_c + J_d \varepsilon, \quad (2.18)$$

де ε - кутове уповільнення колінчастого валу газодизеля, залежне від швидкості включення зчеплення.

Як відомо, в тяжких умовах при різкому включенні зчеплення момент $M_{зч}$ може в 3,0-3,5 разу перевершувати той, що максимальний ефективний крутить момент двигуна [24]. Але при розрахунках муфт зчеплення приймають, що вона повинна передавати той, що максимальний крутить момент тільки в 1,2-1,7 разу більший, ніж що максимальний ефективний крутить момент двигуна. Якщо момент $M_{зч}$ більше за ці значення диски муфти зчеплення повинні прослизати [25]. Це необхідно, щоб не перенавантажувати трансмісію автомобіля, що могло б привести до поломок її деталей.

Момент $M_{зч}$ направлений проти обертання колінчастого валу двигуна, він уповільнює її обертання. Але цей же момент $M_{зч}$ є рушійним по відношенню до валу зчеплення і трансмісії автомобіля.

Момент $M_{зч}$ залежить від відносної швидкості ковзання робочих

поверхонь зчеплення. А остання залежить від швидкості включення зчеплення. Прийємо лінійну залежність моменту $M_{зч}$ від часу включення зчеплення, як це зроблено в роботі [23].

Тоді

$$M_{зч}(t) = V_{зч} (t - t_{нач}), \quad (2.19)$$

де $V_{зч}$ - швидкість наростання моменту тертя зчеплення;

$t_{нач}$ - момент часу, в який почалося включення зчеплення (донині двигун розгонився при вимкненому зчепленні);

t - поточне значення часу.

При обчисленнях вводиться обмеження на $M_{зчmax} = (1,2...1,7) M_{emax}$.

У зв'язку з викладеним, в період включення зчеплення рівняння руху газодизеля приймає вигляд

$$\frac{dn_d}{dt} = \frac{30}{\pi \cdot J_d} [M_i - M_M - M_{cu}(t)] \quad (2.20)$$

Відбувається уповільнення газодизеля.

А рівняння руху автомобіля стає таким

$$\frac{dn_{cu}}{dt} = \frac{30}{\pi \cdot J_{\eta}} \{M_{зч}(t) - [G_a g (f \cos \alpha_{дор} \pm \sin \alpha_{дор}) r_k + k F r_k (\frac{1}{30 \pi} n_{зч} r_k / (u_{к.п} u_{г.п})^2 + M_{mk} + M_{пов.к}) / (u_{к.п} u_{г.п} \eta_{тр})]\}. \quad (2.21)$$

Коли настає рівність частот обертання $n_d = n_{зч}$ вирівнюються і моменти $M_i - M_M = M_{зч}$. Далі автомобіль розгониться з включеним зчепленням.

2.2 Рівняння математичної моделі системи «Водій - автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище»

Особливе значення має ефективний обертальний момент M_e , тому що на нього впливає водій для зміни швидкості V_a , і тому що він залежить від

роботи САРЧ газодизеля, що представляє собою складну підсистему «газодизель з САРЧ», що містить цілий ряд ланок і зв'язків. Газодизель в ній є регульованим об'єктом. Розглянемо цю систему докладніше.

У математичній моделі САРЧ газодизеля враховані такі особливості його системи живлення і регулювання:

а) газодизель може працювати і як звичайний дизель по дизельному циклу, і як газодизель по газодизельному циклу;

б) при подачі запальної дози дизельного палива на номінальному швидкісному режимі меншої, ніж 30...35% від подачі при роботі по дизельному циклу відбувається автоматичне перемикання на дизельний цикл;

в) те ж відбувається при падінні частоти обертання колінчастого валу нижче $900 \dots 1000 \text{ хв}^{-1}$;

г) газ подається у впускну трубу газодизеля під надмірним тиском за допомогою двоступінчатого регулятора низького тиску переобладнаного із звичайного редуктора, використовуемого на вітчизняних газобалонних автомобілях;

д) по газодизельному циклу газодизель працює одночасно на двох видах палива, що знаходяться в різному агрегатному стані - газовому і рідкому. До того ж у цих палив різна нижча теплота згорання. Причому співвідношення між кількостями газового і рідкого палив по швидкісній характеристиці змінюється в широких межах.

При порівнянні паливної економічності двигунів, що працюють на газовому і рідкому паливах прийнято переводити витрати палива в теплові одиниці. Для цього витрату палива множують на нижчу теплоту згорання палива.

Газодизель працює одночасно на двох паливах. Кількість теплоти, що міститься в суміші двох палив, рівно сумі кількостей теплоти, що міститься в кожному з них [26]. Знаючи співвідношення між кількостями палив можна розрахувати теплоту згорання суміші.

На підставі цього в математичній моделі газодизеля для зручності розрахунків можна привести витрату газового палива до еквівалентної по теплосодержанію масової витрати рідкого (дизельного) палива.

Під терміном "паливний насос високого тиску" мається на увазі система: ПНВТ - нагнітальні трубки - форсунки".

Прийняті наступні допущення:

а) паливна система для уприскування дизельного палива в циліндри газодизеля безінерційна;

б) робоча рідина, що поступає в гідроусилитель, нестискувана і не містить нерозчиненого в ній повітря;

в) сили сухого тертя в ПНВТ, регуляторі частоти обертання, гідроусилителі, клапані дозатора газу нехтує малі;

г) вплив об'ємів впускних і випускних трактів газодизеля незначне і їм можна нехтувати;

д) перекриття вікон втулки золотника гідроусилителя, що управляє, рівне нулю (роль втулки виконує хвостовик поршня);

ж) трансмісія автомобіля, на якому встановлений газодизель, жорстка.

При складанні математичної моделі приймається, що тиск газу на вході в газовий редуктор низького тиску постійне. Розрідження у впускному трубопроводі двигуна приймається залежним лінійно від частоти обертання його колінчастого валу.

Математична модель є системою рівнянь, в яку входять: одне диференціальне рівняння другого порядку, два диференціальні рівняння першого порядку і рівняння, алгебри, і нерівності, якими описані статичні характеристики газодизеля і його агрегатів [28]. Частина з цих рівнянь одержана шляхом апроксимації методами найменших квадратів дослідних характеристик, а частина представляє собою аналітичні вирази.

Швидкість автомобіля

$$V_{a.км} = \pi n_d r_k 3,6 / (30 u_{тр}). \quad (2.22)$$

Швидкість автомобіля, м/с

$$V_{a.m} = V_{a.км}/3,6. \quad (2.23)$$

Шлях, пройдений вантажним автомобілем за даний відрізок часу

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{V_{a(i-1)} + V_{ai}}{2} \Delta t, \quad (2.24)$$

де $\frac{V_{a(i-1)} + V_{ai}}{2}$ - середнє значення швидкості автомобіля за елементарний відрізок часу Δt .

Витрата палива на 100 км шляху, кг/100 км

$$G_{T100} = 100 G_T / V_{a.км}, \quad (2.25)$$

Викид сажі на 100 км шляху, г/100 км

$$G_{c100} = 100 G_c / V_{a.км}, \quad (2.26)$$

Сукупність рівнянь (2.1)...(2.26) з додаванням до них обмежень складає математичну модель системи ВАДО. На цій моделі можна досліджувати сталі і перехідні процеси при роботі газодизеля по газодизельному і дизельному циклах.

2.3 Розробка алгоритмів і програм для проведення обчислювальних експериментів

Особливості алгоритмів і програм для розрахунків.

Розроблений алгоритм і пакет програм, які використовувалися для розрахунків розгонів і уповільнень автомобіля з перемиканням передач.

За кожною програмою можна виконувати розрахунки при роботі газодизеля по газодизельному і дизельному циклах.

Всі програми містять дві частини:

- а) розрахунок ефективного обертального моменту M_e газодизеля і інших показників роботи газодизеля і автомобіля в цілому;
- б) розрахунок моменту навантаження $M_{НВ}$, передаваний на колінчастий вал газодизеля.

Основні відмінності програм викликані другою частиною, в якій задається вид навантаження.

Інтеграція систем диференціальних рівнянь, що входять в математичну модель, виконується чисельним методом Руунге-Кутта. Оскільки цим методом інтегруються диференціальні рівняння першого порядку, то в програмах диференціальне рівняння другого порядку (рівняння руху регулятора частоти обертання) записується формою Коші у вигляді двох диференціальних рівнянь першого порядку.

Програми складені так, щоб від частоти обертання мінімального холостого ходу газодизеля до значення попередньої деформації головної пружини регулятора $Z_{з.в}$, відповідного початку формування регуляторної гілки при $n_d = 900 \dots 1000 \text{ хв}^{-1}$, газодизель працював по дизельному циклу, а при подальшому збільшенні $Z_{з.в}$ перемикався на газодизельний цикл.

Перед початком розрахунків в програму вводяться початкові дані для конкретного автомобіля і проводиться перевірочний розрахунок зовнішньої і 2-3 часткових швидкісних характеристик газодизеля, щоб переконатися у відсутності помилок при введенні початкових даних. Для цього в кожній програмі є спеціальний оператор для завдання навантаження вигляду

$$M_{НВ} = 1,25 n_d - A_{МНВ} \quad (2.27)$$

де $A_{МНВ}$ - постійна величина.

Залежно від значення $A_{МНВ}$ навантаження змінюється як показано на

рис. 2.1. Коли настає рівність $M_{НВ}=M_e$ значення - $A_{МНВ}$ ступінчато змінюється із заданим кроком і розрахунок повторюється до нової рівності $M_{НВ}=M_e$.

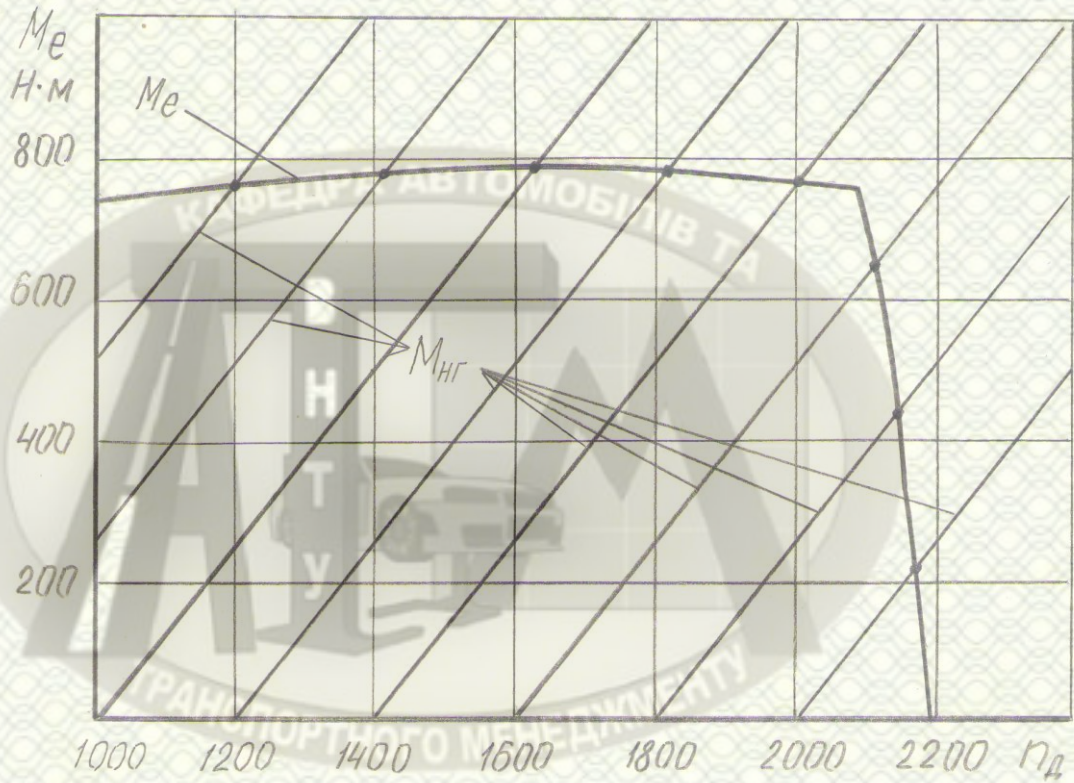


Рисунок 2.1 – Зміна навантаження $M_{НВ}$ від частоти обертання n_d при різних значеннях $A_{МНВ}$

Рівноважні режими на рис. 2.1 позначені чорними крапками. Ці крапки знаходяться на швидкісній характеристиці газодизеля.

Програма розрахунку розгонів і уповільнень автомобіля.

Програма дозволяє імітувати наступні процеси:

- а) сталі режими в САРЧ газодизеля;
- б) розгони і уповільнення окремо газодизеля (при вимкненому зчепленні);
- в) розгони автомобіля з місця з перемиканням передач від нижчої до вищої.

Зупинимося на особливостях розрахунку найбільш складного виду розгонів автомобіля, яким є розгін з місця з перемиканням передач від першої до вищої і виходом на максимальну швидкість.

Розрахунок починається з трогання автомобіля з місця на нижчій передачі, потім виконуються розгони на кожній передачі з перемиканням на подальшу передачу досягнувши заданої частоти обертання колінчастого валу і розгін до максимальної швидкості на вищій передачі.

На рис. 2.2 показано, як змінюються частоти обертання n_d колінчастого валу газодизеля і $n_{зч}$ зчеплення, обертальний момент $M_{зч}$, передаваний через зчеплення і момент $M_{нв}$ навантаження в період трогання автомобіля. Перед початком трогання газодизель працює на мінімальному холостому ході при $n_{д.хх.min}$, зчеплення вимкнене і $n_{зч} = 0$, включена перша (або друга) передача. У момент часу t_1 водій починає плавно збільшувати подачу палива в газодизель і частота обертання n_d починає зростати. У момент часу t_2 водій починає плавно включати зчеплення і момент $M_{зч}$ на зчепленні зростає. Коли $M_{зч}$ стає більше моменту $M_{нв}$ (точка O_1 у момент часу t_3), починає обертатися вал зчеплення, автомобіль рушає з місця і починає розгонитися. У період від t_3 до t_4 зчеплення пробуксовує, частота обертання n_d зменшується, а частота обертання $n_{зч}$ збільшується. У точці O_2 зчеплення повністю включається і частоти обертання n_d і $n_{зч}$ стають однаковими. Від моменту часу t_4 продовжується розгін автомобіля на даній передачі при включеному зчепленні.

В період пробуксовування зчеплення на інтервалі часу t_3-t_4 момент, передаваний від дизеля через зчеплення, стає більше ефективного обертального моменту M_e газодизеля за рахунок кінетичної енергії головним чином маховика газодизеля, що звільняється при його уповільненні. У математичній моделі прийнято, що цей момент лінійно залежить від положення педалі зчеплення.

У програмі розрахунків максимальне значення моменту $M_{зч}$ позначене буквами MSC і прийнято рівним 1200 Н м.

Після включення зчеплення настає рівність моментів $M_{зч} = M_{нв} = M_e$ (точка O_3) і далі моменти зростають у міру збільшення швидкості автомобіля.

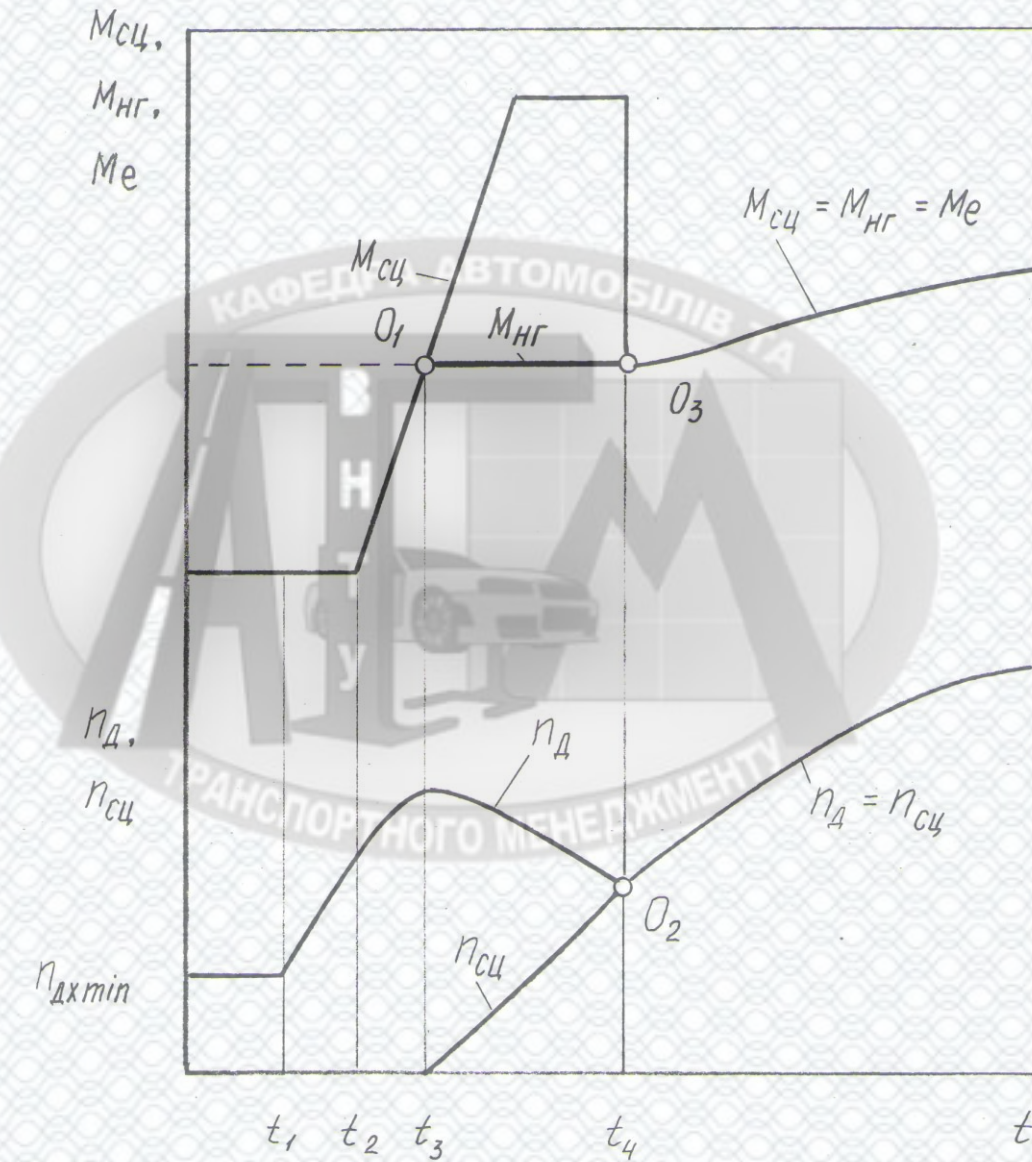


Рисунок 2.2 – Процес трогання автомобіля з місця

У програмі розрахунків переміщення педалі управління газодизелем позначене буквами FIR, а педалі зчеплення - FIS. Переміщення обох педалей виражене у відносних величинах. Значення $FIR = 0$ і $FIS = 0$ відповідають положенням педалей, коли газодизель працює на мінімальному холостому ході, а зчеплення вимкнене, а значення $FIR = 1$ і $FIS = 1$ - положенням педалі при повністю включеній подачі палива і включеному зчепленні. При

проміжних значеннях FIS (між 0 і 1) відбувається пробуксувала зчеплення.

При розгоні на кожній передачі педаль управління газодизелем переміщається на повний хід за 2...3 секунди. Розгін газодизеля на першій передачі починається від 600 хв^{-1} (мінімальний холостий хід автомобільного газодизеля), а включення зчеплення починається, коли частота обертання колінчастого валу газодизеля досягає 1200 хв^{-1} .

Перед перемиканням на чергову передачу зчеплення вимикається (приймається $FIS = 0$) при наступних частотах обертання: на II передачу - 1600; на III - 1700; на IV - 1800; на V - 1900 хв^{-1} . Одночасно з виключенням зчеплення педаль управління газодизелем переводиться в положення $FIR = 0$. Тому частота обертання n_d газодизеля при вимкненому зчепленні швидко зменшується.

Перемикання передач відбувається через 1,2...1,5 с після виключення зчеплення. У момент включення передачі частота обертання $n_{сц}$ валу зчеплення стрибкоподібно зменшується у зв'язку із зміною передавального числа в коробці передач. З цієї миті одночасно починають переміщатися обидві педалі: педаль управління газодизелем у бік збільшення подачі палива, а педаль зчеплення у бік його включення. Частота обертання $n_{зч}$ починає зростати, а частота обертання n_d продовжує зменшуватися, в результаті ці частоти обертання стають рівними. У цей момент зчеплення повністю включається і починається зростання швидкості автомобіля на включеній передачі.

На рис. 2.3 зображений процес трогання і розгону автомобіля з перемиканням передач від I до V у вигляді залежності частот обертання n_d і $n_{зч}$ від часу t . На ньому позначені інтервали руху на I, II, III, IV і V передачах. На I, II, III і IV передачах інтервали знаходяться в межах від моменту початку включення зчеплення до моменту включення чергової передачі, а на V передачі від моменту початку включення зчеплення до зупинки рахунку. Крім того, процес чіпання і розгону автомобіля розбитий на 11 ділянок, позначених в програмі буквами LDV:

а) розгін дизеля на холостому ході перед початком включення зчеплення;

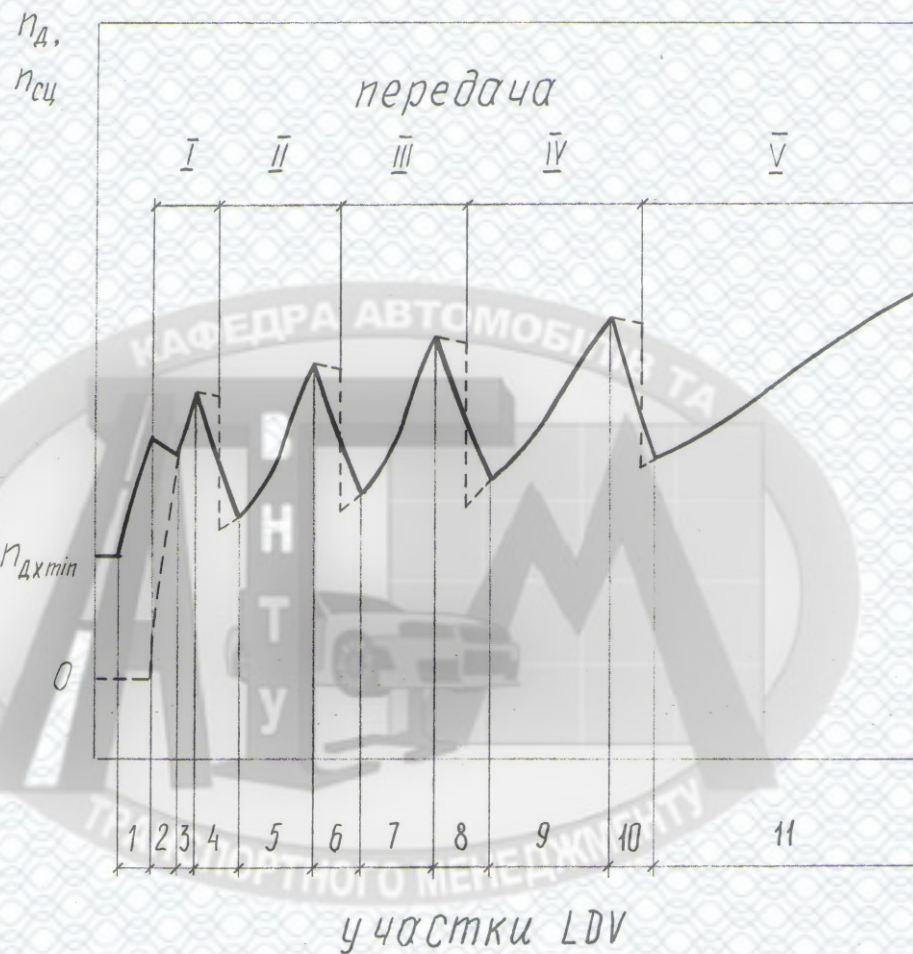


Рисунок 2.3 - Процес трогання автомобіля з місця з перемиканням передач

- б) трогання автомобіля з пробуксовиваючим зчепленням на I передачі;
- в) розгін автомобіля на I передачі з включеним зчепленням;
- г) виключення зчеплення, перемикання з I на II передачу і розгін на II передачі з тією, що пробуксувала зчеплення;
- д) розгін на II передачі з включеним зчепленням;
- е) виключення зчеплення, перемикання з II на III передачу і розгін на III передачі з тією, що пробуксувала зчеплення;
- ж) розгін на III передачі з включеним зчепленням;
- з) виключення зчеплення, перемикання з III на IV передачу і розгін на IV передачі з тією, що пробуксувала зчеплення;

и) розгін на IV передачі з включеним зчепленням;
 к) виключення зчеплення, перемикання з IV на V передачу і розгін на V передачі з тією, що пробуксувала зчеплення; л) розгін на V передачі з включеним зчепленням до виходу на максимальну швидкість;

З рис. 3.9 видно, що розгони при включеному зчепленні відбуваються на ділянках $LDV > 2$ з непарним номером ділянки. Номер передачі, на якій відбувається розгін, рівний $IKPP = (LDV-1)/2$.

На ділянках з парними номерами відбувається перемикання з передачі $IKPP = (LDV-1)/2$ на передачу $IKPP = LDV/2$.

Під час розрахунку розгону автомобіля обчислюються: тривалість розгону, пройдений шлях, витрати газу і дизельного палива, викид твердих частинок з ВГ. Визначається також зміна димності ВГ протягом всього розгону.

Висновки до другого розділу

1. У зв'язку з обмеженістю фінансових коштів і матеріальних можливостей для проведення експериментальних досліджень на реальних об'єктах мобільної техніки основним методом досліджень стають розрахунково-теоретичні дослідження на математичних моделях об'єктів. При цьому на реальних об'єктах виконується мінімум натурних експериментів.

2. На підставі принципів системного підходу до досліджень складних систем розроблена динамічна математична модель системи «Водій – автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище».

3. За основу математичної моделі системи ВАДО прийняте диференціальне рівняння руху автомобіля. З урахуванням динамічних властивостей ланок, що входять в систему ВАДО, в її математичну модель входять одне диференціальне рівняння другого порядку (описує регулятор частоти обертання), два диференціальні рівняння першого порядку

(автомобіль і гідравлічний підсилювач), алгебраїчні рівняння, обмеження і початкові дані.

4. Щоб можна було підсумовувати витрати газового і рідкого палив, що знаходяться в різному агрегатному стані, в математичній моделі витрата газового палива приводиться до еквівалентної по теплосодержанію витрати дизельного палива, що не впливає на сумарну теплоємність суміші цих палив.

5. Для проведення розрахунково-теоретичних досліджень розроблений пакет програм, по яких можна розраховувати і аналізувати перехідні процеси при розгонах - уповільненнях автомобіля, зокрема з перемиканням передач.

У програмах передбачена можливість виконання розрахунків при роботі газодизеля і по газодизельному, і по дизельному циклам.



РОЗДІЛ 3.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗАСТОСУВАННЯ
ГАЗОДИЗЕЛІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖУ

Вплив повної маси автомобіля з газодизелем на показники розгонів і руху зі сталою максимальною швидкістю.

Розглядалися розгони автомобіля МАЗ-5335 без вантажу, порожнього масою 7150 кг, напівнавантаженого масою 11150 кг та повністю навантаженого масою 16000 кг. Розгони повторювалися при роботі двигуна за газодизельним і дизельним циклами.

Як і раніше, прийнято, що автомобіль розгоняється на рівній горизонтальній дорозі з асфальтобетонним покриттям з перемиканням передач від I до V і виходом на максимальну швидкість.

Порівняння проводилося по показниках при досягненні швидкості 60 км/година:

- а) тривалість розгону з місця з перемиканням передач;
- б) шлях, пройдений за період розгону;
- в) витрати газового і рідкого палив за період розгону;
- г) викид дисперсних часток з ВГ за період розгону.

Крім того, порівнювалися показники при русі автомобіля з максимальною швидкістю на шляху довжиною 100 км.

На рис. 3.1 і 3.2 показана зміна частот обертання n_d і $n_{зч}$, швидкості V_a автомобіля, координат φ_p і $\varphi_{зч}$ при розгоні автомобіля без вантажу. А на рис. 3.3 і 3.4 показано, як при цьому змінюються координати: Z - муфти регулятора, Y - поршня гідروпідсилювача, h_r , h_n і димність K відпрацьованих газів.

Прийнято, що педаль керування газодизелем переміщається на повний хід за 2,0 с, а педаль зчеплення за 1,0 с. Включення кожної наступної передачі відбувається через 1,2 с після вимикання зчеплення. Відразу ж

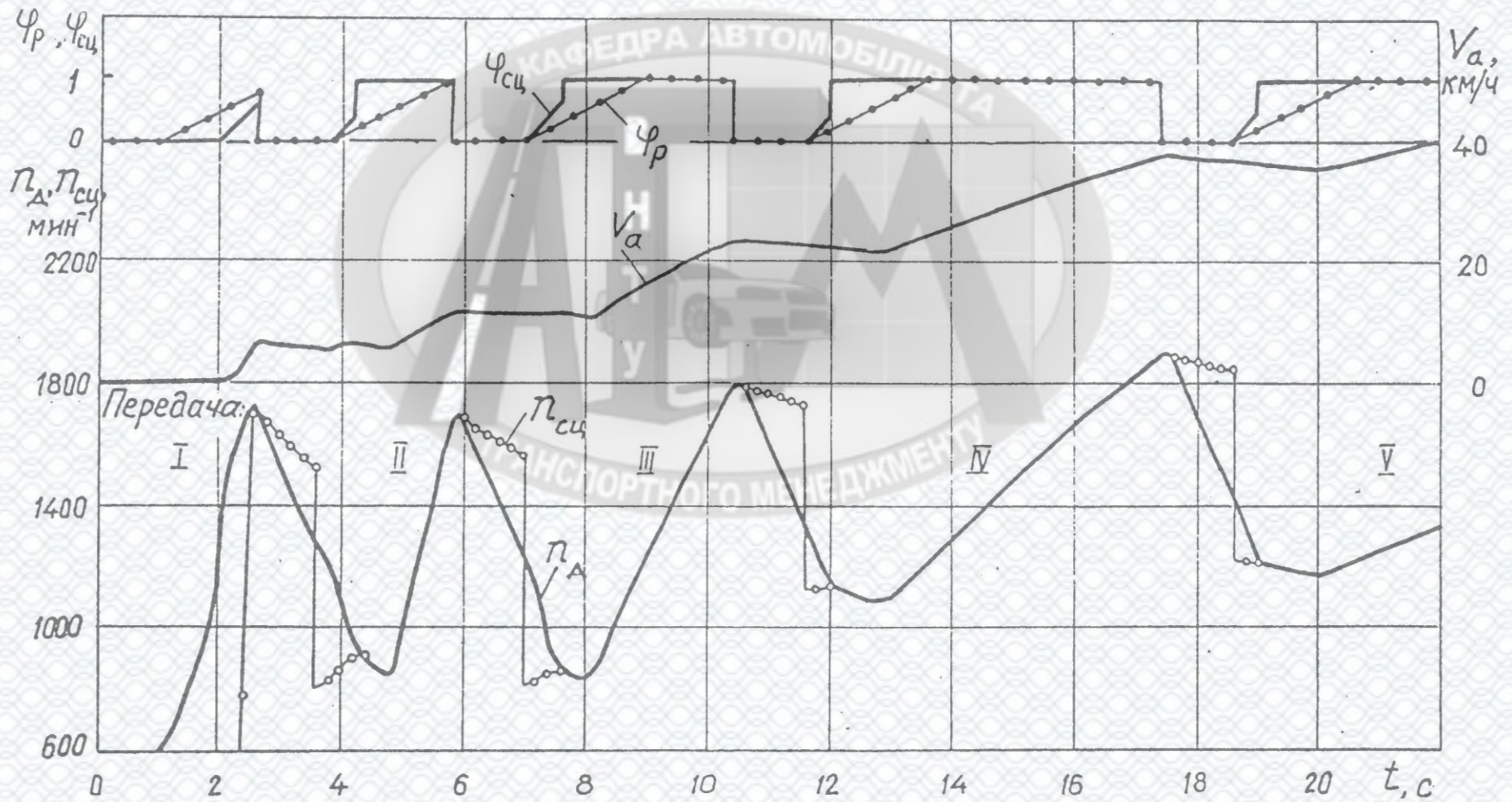


Рисунок 3.1 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 7150$ кг. Газодизельний цикл

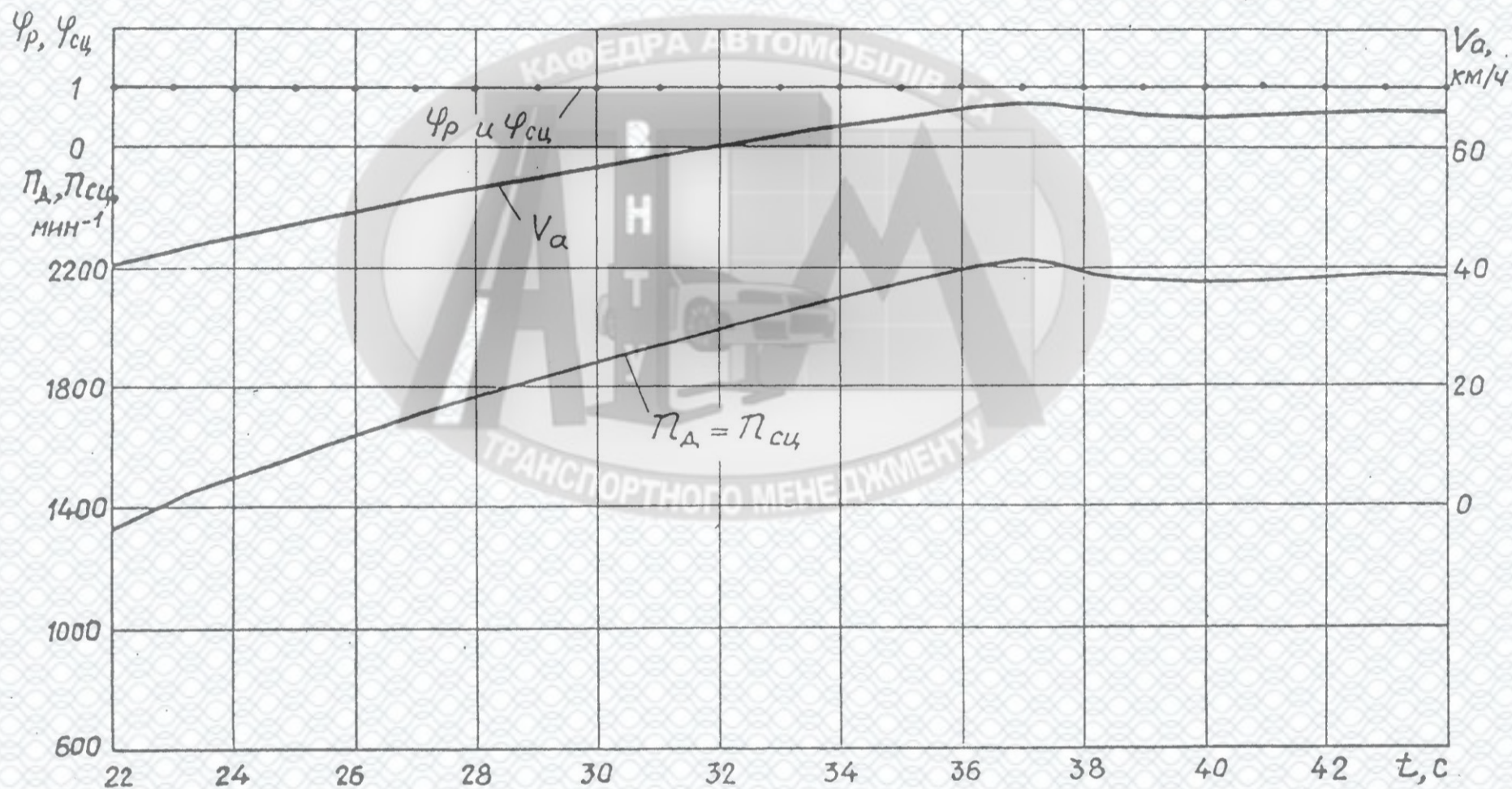


Рисунок 3.2 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 7150$ кг. Газодизельний цикл

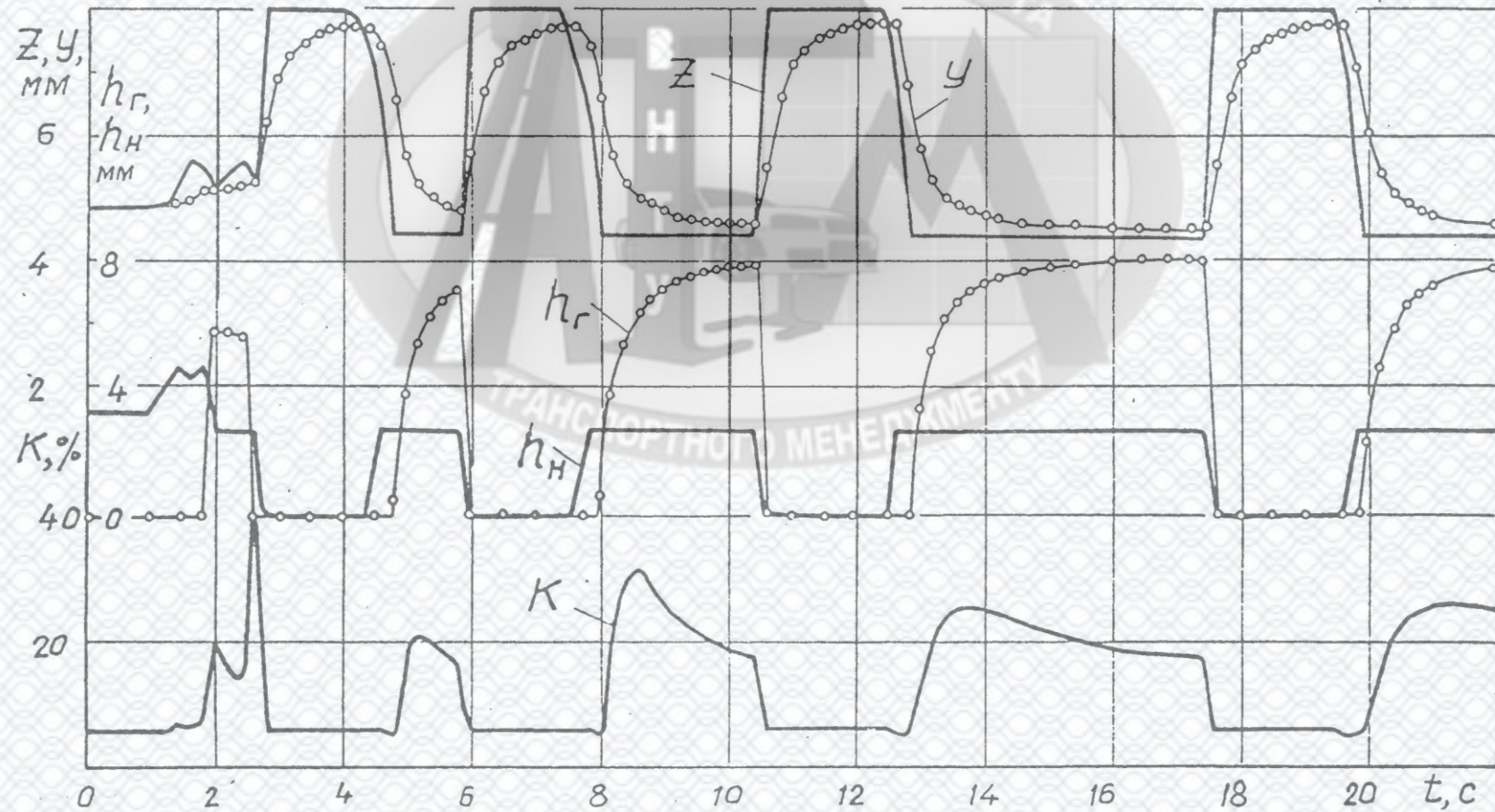


Рисунок 3.3 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 7150$ кг. Газодизельний цикл

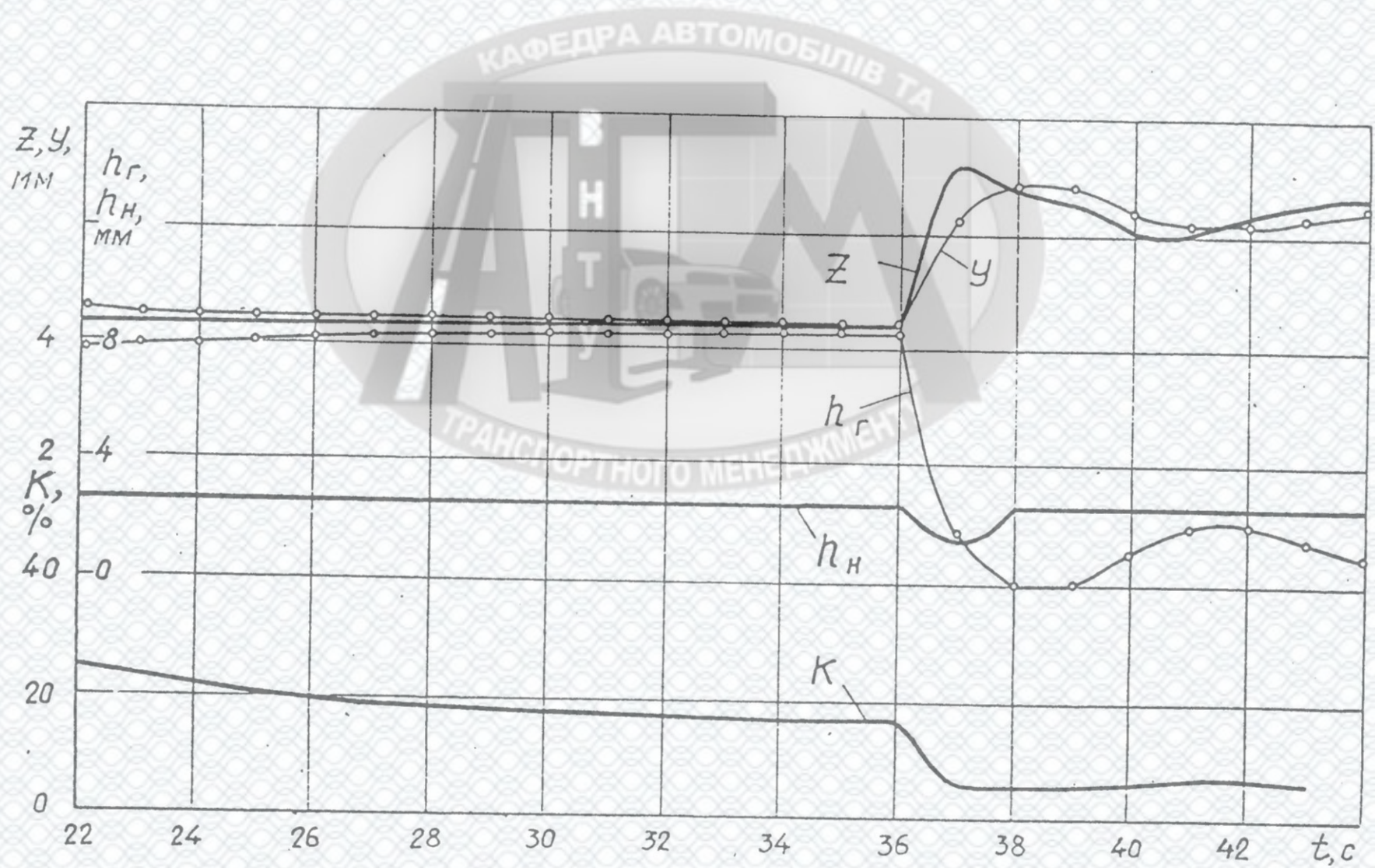


Рисунок 3.4 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 7150$ кг. Газодизельний цикл

після включення передачі одночасно починається переміщення обох педалей. У момент вирівнювання частот обертання n_d і $n_{зч}$ координаті $\varphi_{зч}$ присвоюється значення 1.

Вимикання зчеплення для перемикавання чергової передачі відбувається при частотах обертання n_d рівних, xv^{-1} : на II передачу - 1600; на III - 1700; на IV - 1800; на V - 1900. Одночасно з вимиканням зчеплення педаль керування газодизелем переводиться в положення $\varphi_p = 0$, що відповідає роботі газодизеля на мінімальному холостому ході.

З рис. 3.1 видно, що процес розгону відбувається як в описаних раніше прикладах.

Наприкінці розгону на V передачі відбувається невеликий спад частоти обертання n_d і швидкості V_a .

Из рис. 3.3 і 3.4 видно, що координата Y поршня змінюється з деяким запізненням щодо координати Z муфти регулятора, що викликано особливостями руху робочої рідини в гідропідсилювачі. Але помітного впливу на процес розгону це відставання не робить.

Автомобіль розігнався до швидкості 60 км/год за 32,20 з і проїхав за цей час 279,65 м. Витрачено дизельного палива 44,62 м, газового 0,192 м³.

Димність ВГ різко зростає в початковій періоді натискання на педаль керування регулятором при разгонах на кожній передачі, а потім зменшується (див. рис. 3.1 і 3.2). Максимальне її значення становить 46,5% при розгоні на I передачі, але цей максимум короткочасний, він триває близько 0,1 с. На інших передачах максимум димності знаходиться на рівні 25-30%. Пояснюється підвищення димності ВГ на I передачі тим, що перед початком розгону і на початку рушання автомобіля з місця газодизель працює по дизельному циклі із властивою цьому циклу схильністю до підвищенні димності ВГ.

На інших передачах димність ВГ зростає через низькі значення коефіцієнта надлишку повітря на початку розгону газодизеля.

На рис. 3.5-3.7 побудовані такі ж криві, як на рис. 3.1 і 3.2, але при розгоні автомобіля з повною масою рівної 11150 кг. Характер кривих зберігся такий же, але час розгону на кожній передачі став більшим. Автомобіль розігнався до швидкості 60 км/год за 42,6 с, проїхав за цей час 399,29 м, тобто розгін автомобіля сповільнився.

Витрачено дизельного палива 65,27 м, газу 0,224 м³. Витрата палива помітно збільшилася.

На рис. 3.8 показано, як змінюються димність K і коефіцієнт надлишку повітря $\alpha_{\text{гд}}$ під час цього розгону на ділянці перемикування на II, III і IV передачі. Найбільший викид димності ВГ вийшов при розгоні на III передачі, димність досягла значення $K=51\%$. Видно, що відбувається це через зменшення коефіцієнта надлишку повітря.

Результати розрахунку розгону автомобіля з повною масою 16000 кг показані на рис. 3.9-3.11. З них видно, що розгони на кожній передачі ще більше сповільнилися. До швидкості 60 км/год автомобіль розігнався за 66,00 с, проїхав при цьому 679,44 м, витратив дизельного палива 112,83 м, газу 0,492 м³. Таким чином, витрати газу і дизельного палива за час розгону стали ще більше.

Максимальна димність ВГ виходить при розгоні на III передачі, вона рівняється 69,5%. Причина та ж - значне зменшення $\alpha_{\text{гд}}$ на початку розгону, коли газодизель працює на низьких частотах обертання при великій подачі газу.

Зведені дані про показники розгонів автомобіля з різною повною масою до однакової швидкості 60 км/год наведені в табл. 3.1. При розрахунку кількості теплоти, що втримується у витраченому паливі, прийнято, що в дизельного палива нижча теплота згоряння дорівнює 42000 кДж/кг, а в природного газу 34300 кДж/м³. Витрата газу наведена до нормальних умов $p_{\text{н}}=101,3$ кПа, $T_{\text{н}}=273$ С°.

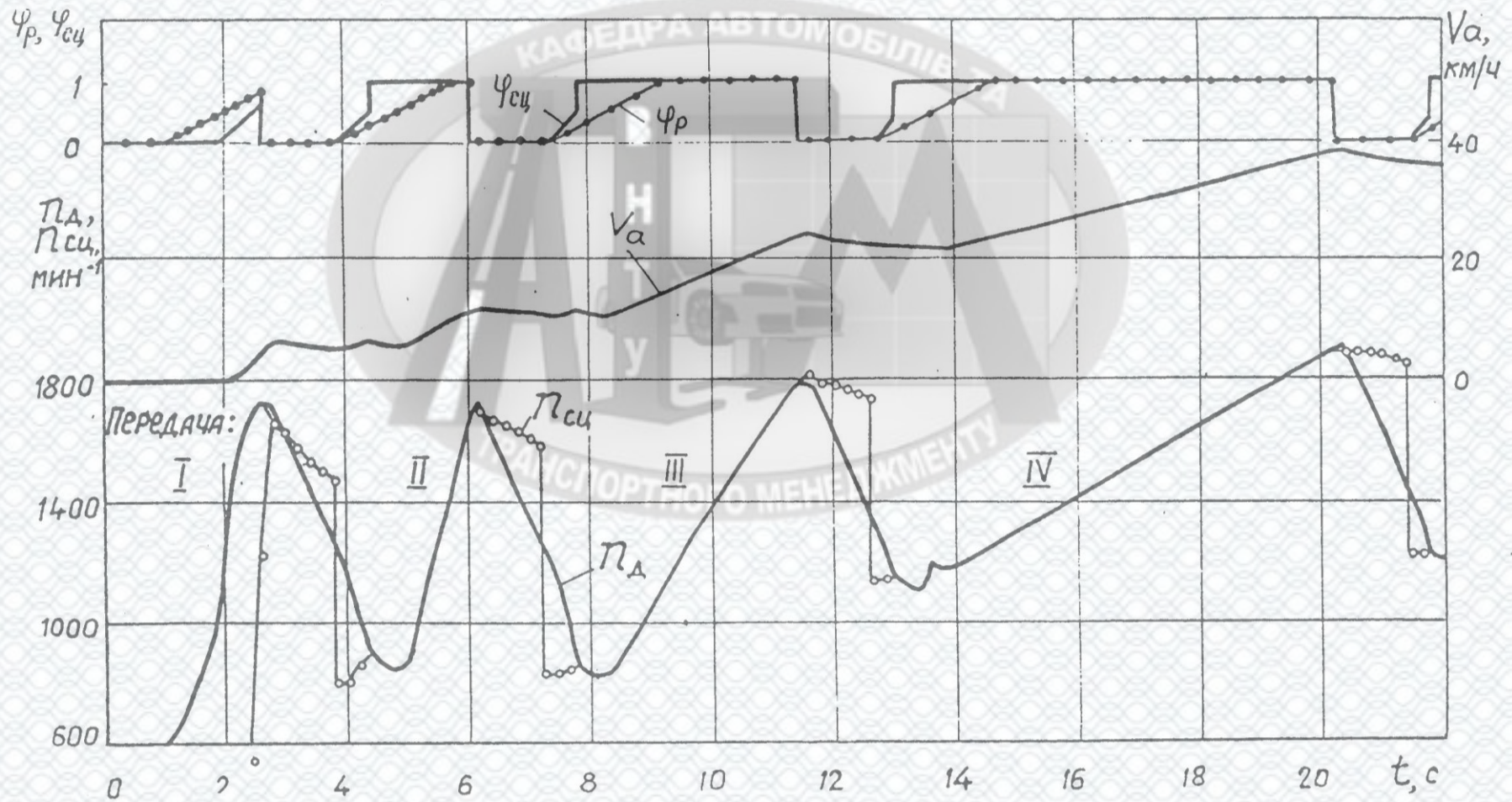


Рисунок 3.5 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Газодизельний цикл

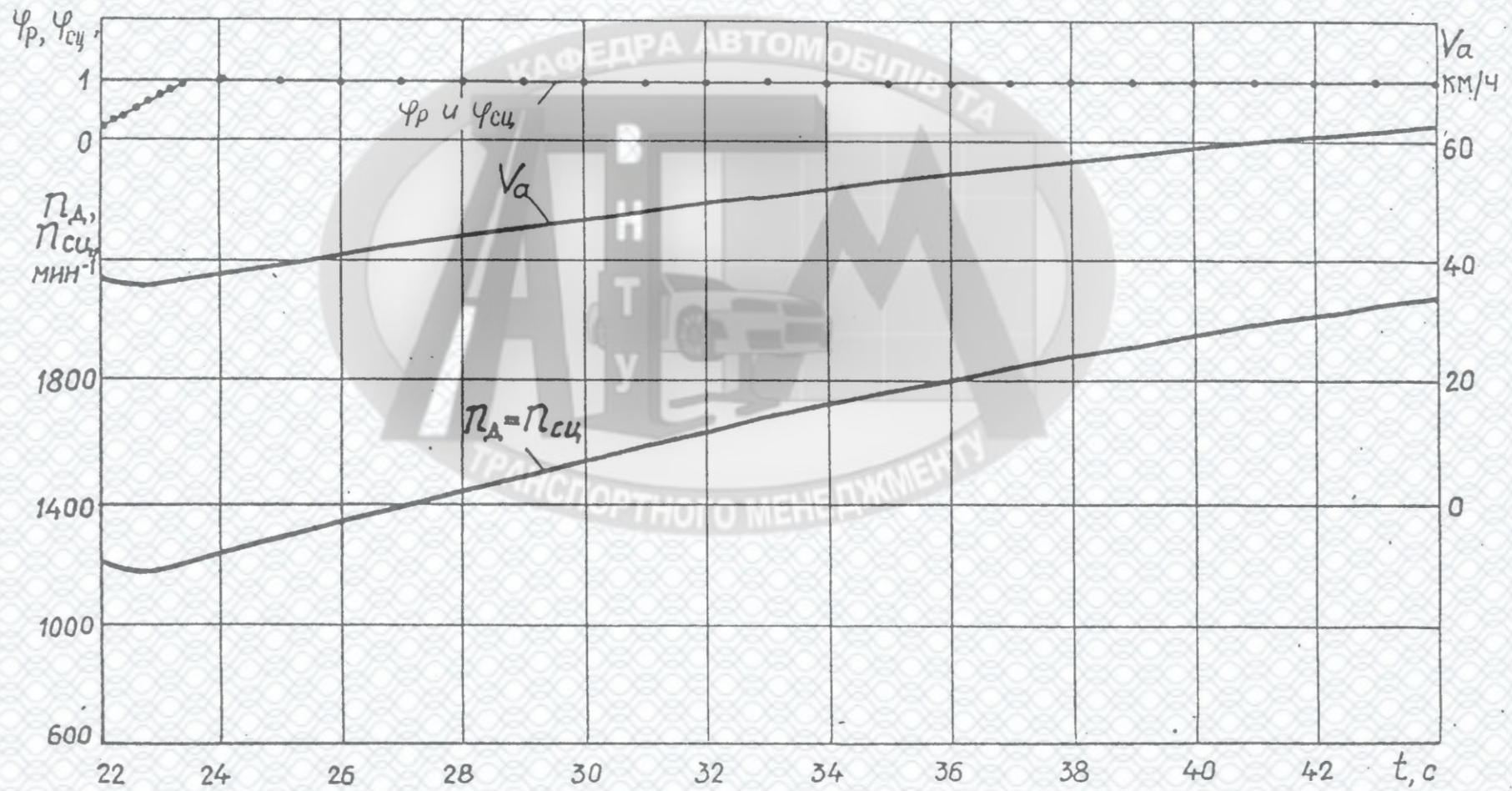


Рисунок 3.6 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Газодизельний цикл

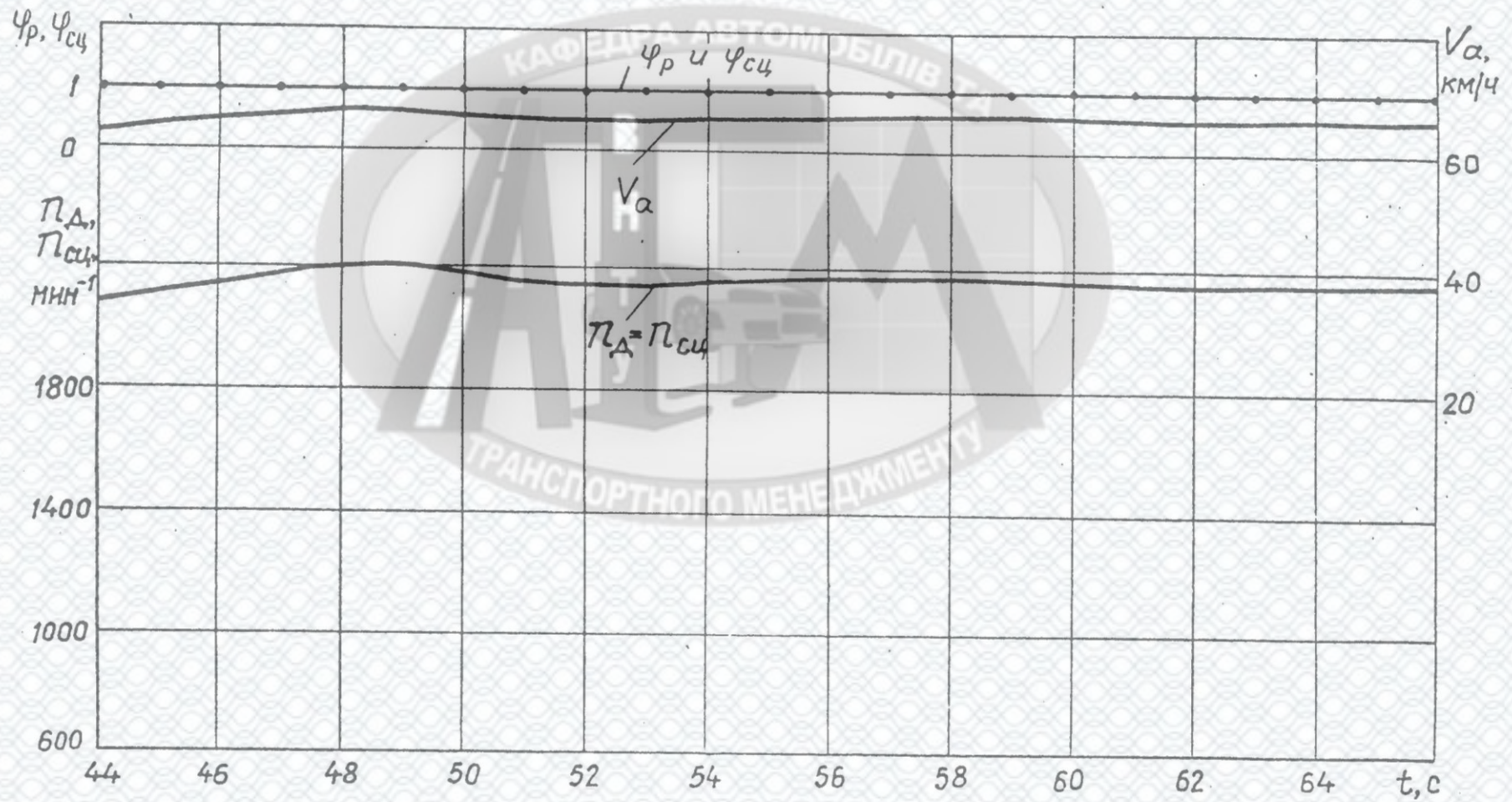


Рисунок 3.7 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Газодизельний цикл

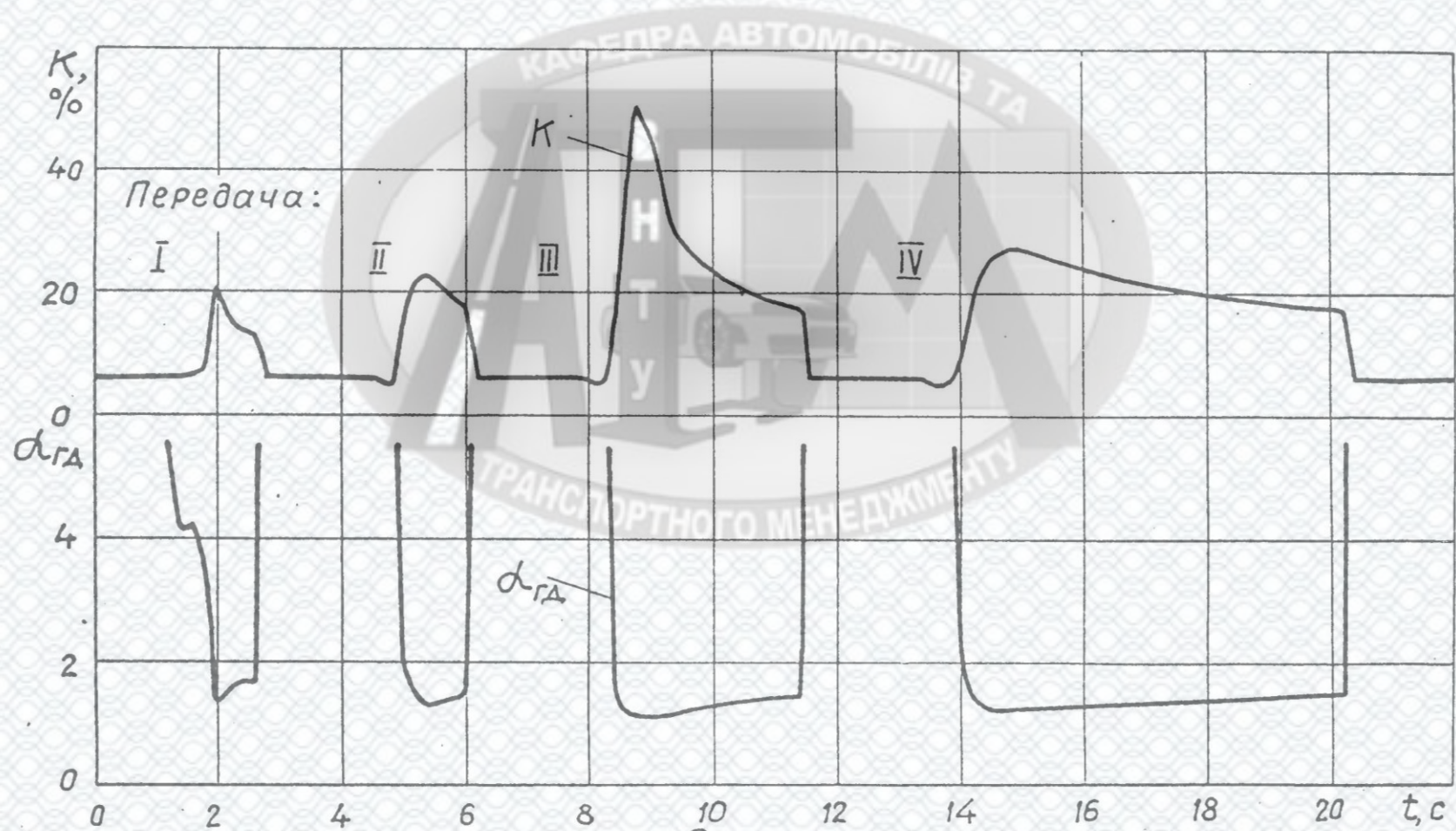


Рисунок 3.8 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Газодизельний цикл

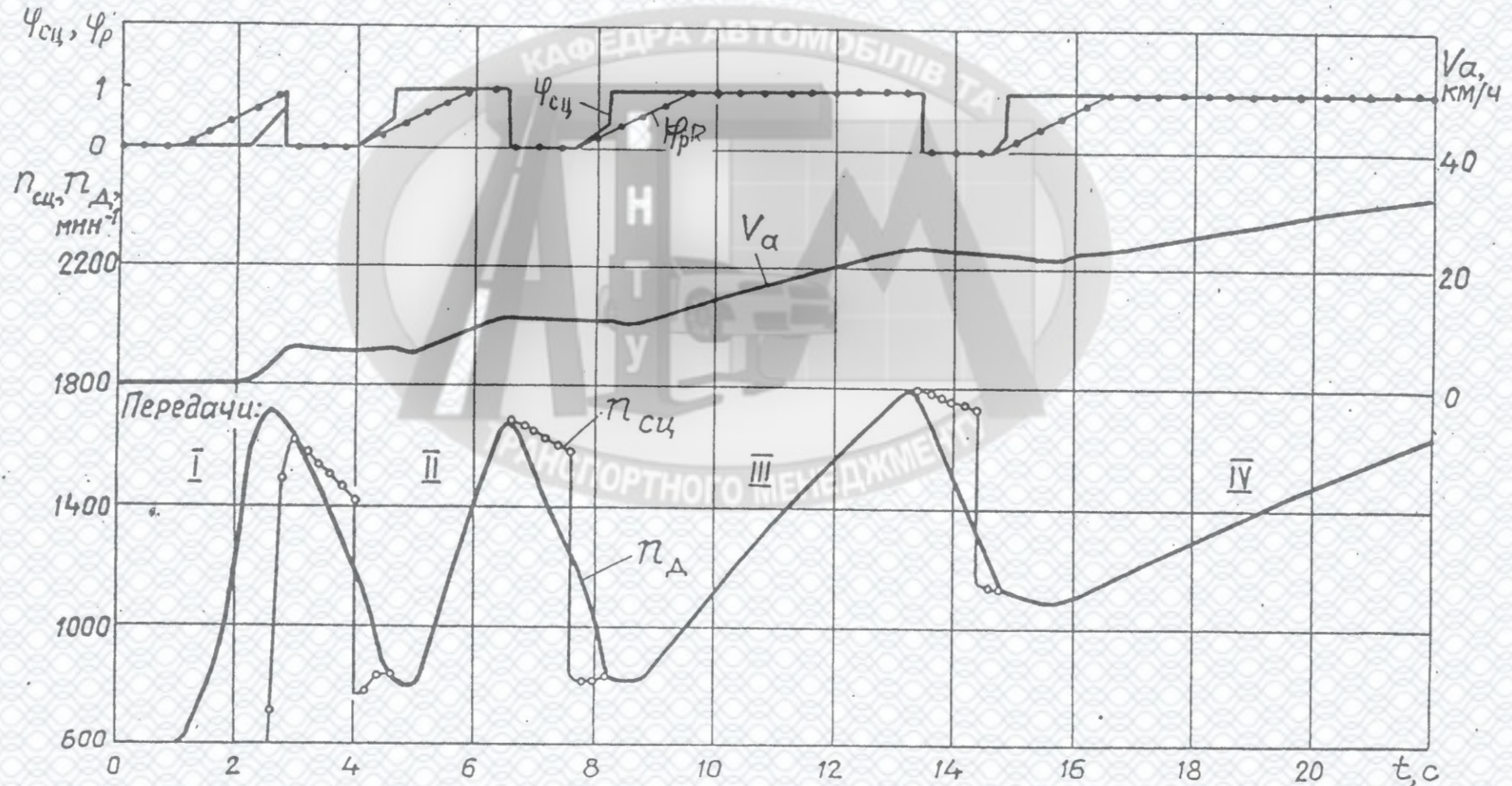


Рисунок 3.9 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 16000$ кг. Газодизельний цикл

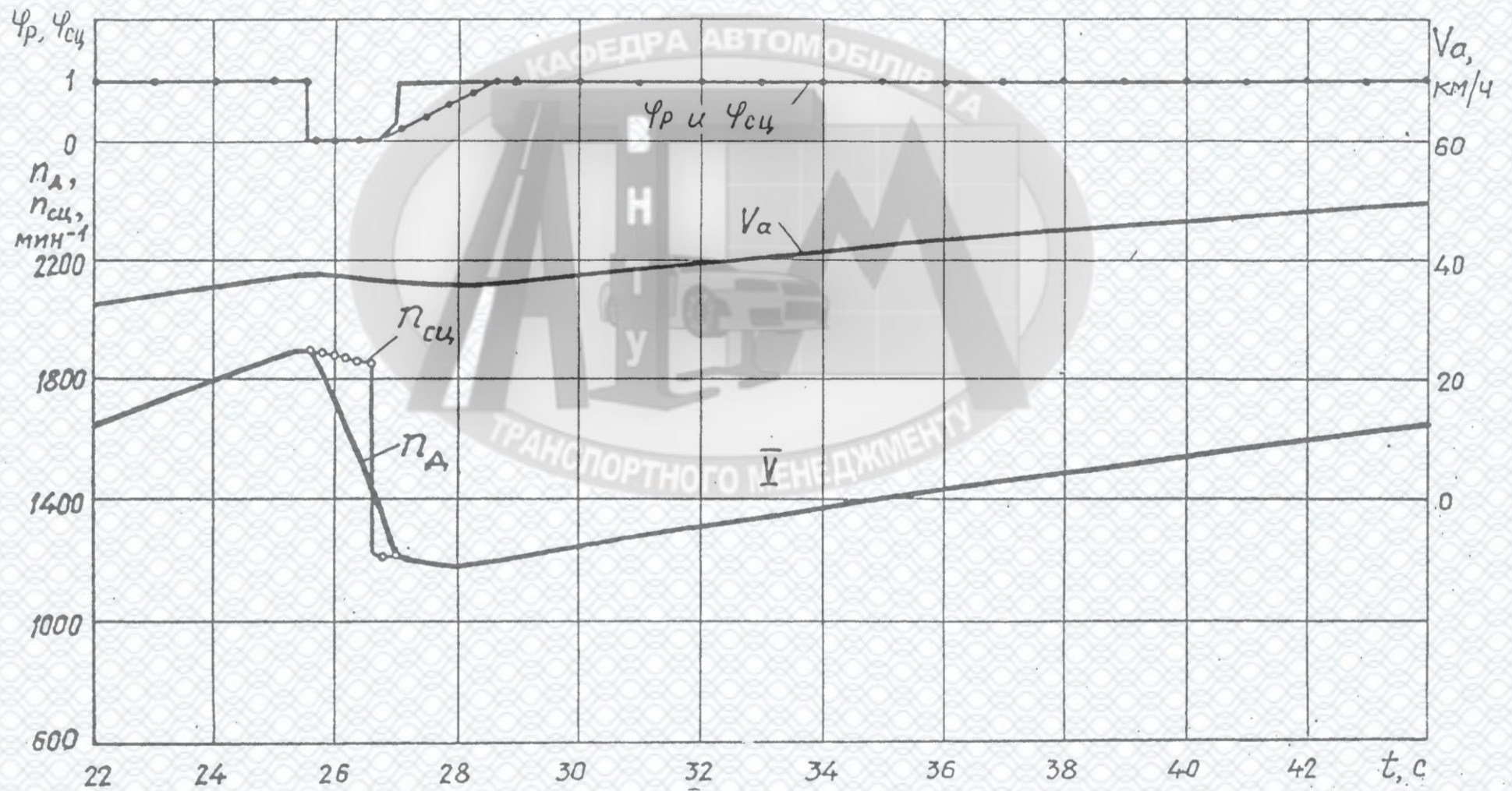


Рисунок 3.10 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 16000$ кг. Газодизельний цикл

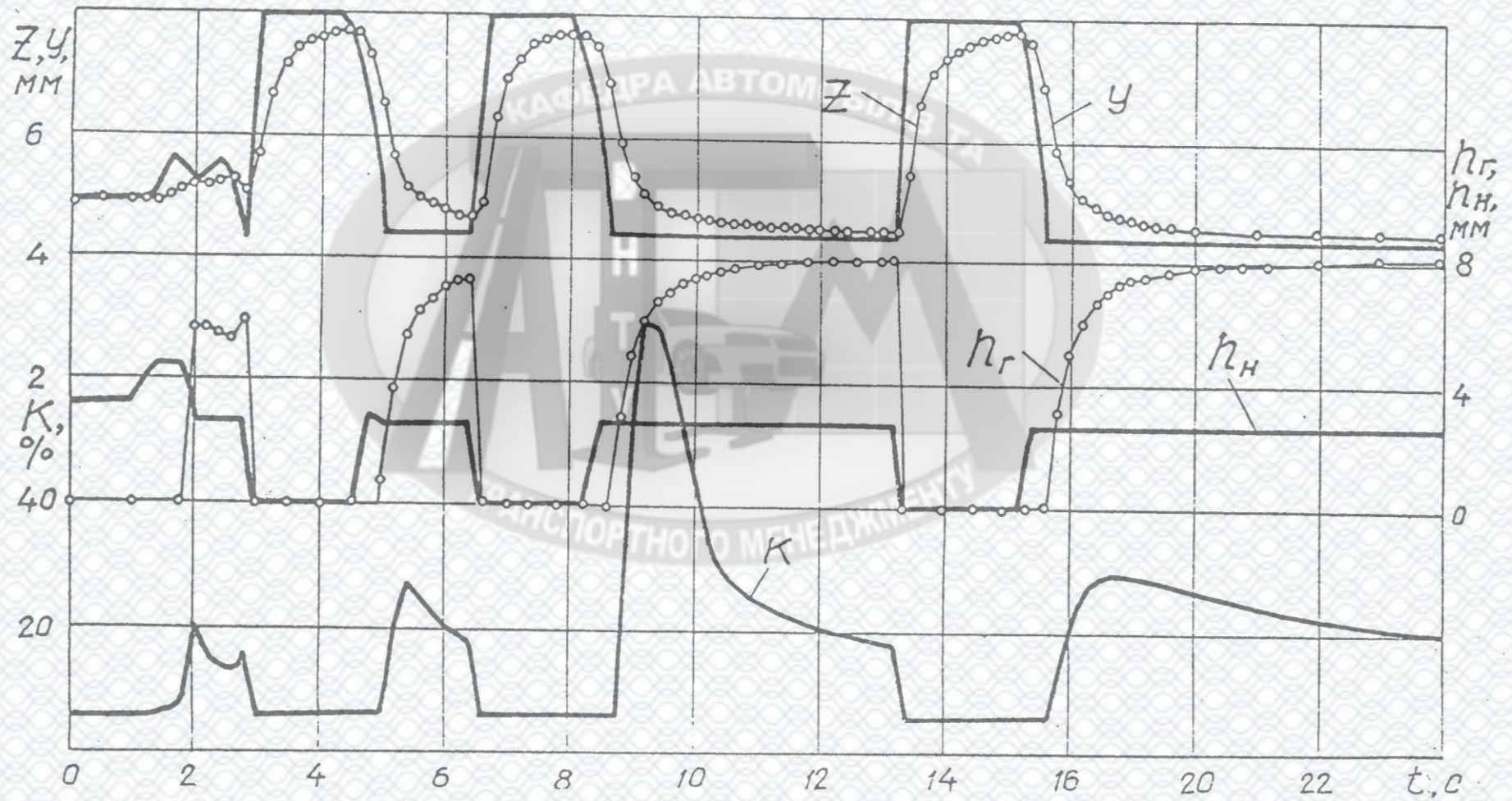


Рисунок 3.11 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 16000$ кг. Газодизельний цикл

Таблиця 3.1 - Показники розгону газодизельного автомобіля МАЗ-5335 з місця по результатам розрахунків на математичній моделі. Газодизельний цикл

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	7150	11150	16000
Швидкість автомобіля, км/год	60	60	60
Час розгону, с	32,20	42,60	66,00
Шлях, пройдений за час розгону, м	279,65	399,29	679,44
Витрата дизельного палива за час розгону :			
дизельного, г	44,62	65,27	112,83
газового, м ³	0,192	0,284	0,492
газового, г	137,59	203,27	352,41
Кількість теплоти, що втримується у витраченому паливі, кДж :			
дизельному	1896,4	2774,1	4795,3
газовому	6585,6	9741,2	16875,6
Загальна кількість теплоти, що втримується у витрачених дизельному і газовому паливах, кДж	8482,0	12515,3	21670,9
Частка теплоти, що приходить на дизельне паливо, %	22,35	22,17	22,13
Викид твердих часток за час розгону, г	0,087	0,129	0,219

З табл. 3.1 видно, що при розгонах по газодизельному циклу витрачається більше газового палива, ніж дизельного. По масі більше приблизно в 3,08; 3,11 і 3,12 залежно від повної маси автомобіля, а по кількості теплоти, що втримується у витраченому паливі, більше в 3,47; 3,51 і 3,52 рази.

Така велика частка витрати газового палива пояснюється тим, що при розгонах газодизель значну частину часу працює при повній подачі палива, коли основна кількість палива, що витрачає, становить газ.

Викид дисперсних часток за час розгону збільшується зі збільшенням мас автомобіля від 0,087 г при масі автомобіля 7150 кг до 0,219 г при масі автомобіля 16000 кг.

У табл. 3.2 наведені дані про витрату газового і дизельного палив і викидах твердих часток при русі автомобіля зі сталою максимальною швидкістю.

Таблиця 3.2 - Показники газодизельного автомобіля МАЗ-5335 при русі з сталою швидкістю за результатами розрахунків на математичній моделі. Газодизельний цикл.

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	7150	11150	16000
Максимальна швидкість, км/год	75,98	75,62	74,95
Витрата палива на 100 км пробігу			
дизельного, кг	22,06	21,95	21,73
газового, м ³	17,17	23,08	33,23
газового, кг	12,31	16,55	23,83
Кількість теплоти, що втримується у витраченому топливі, МДж			
дизельному	937,55	932,88	923,53
газовому	588,93	791,65	1139,79
Загальна кількість теплоти, що втримується у витрачених дизельному і газовому паливах, МДж	1526,48	1724,52	2063,32
Частка теплоти, що доводиться на дизельне паливо, %	61,42	54,10	44,76
Викид твердих часток на 100 км шляху, г	5,00	6,05	8,92

У цих умовах при масі автомобіля 7150 кг на частку газу доводиться 38,58% теплоти, що втримується в обох видах витраченого палива, при масі автомобіля 11150 кг - 45,9%, а при масі автомобіля 16000 кг - 55,24%.

Викид твердих часток зростає від 5,00 г/100 км при масі автомобіля 7150 кг до 8,92 г/100 км при масі автомобіля 16000 кг.

Наведені вище результати розрахунків говорять про те, що частка заміщеного газом дизельного палива в автомобіля з газодизелем істотно залежить від експлуатаційних умов. При разгонах автомобіля вона більше, ніж при сталій швидкості, вона більше у автомобіля з повним вантажем у порівнянні з автомобілем без вантажу або з неповним вантажем.

Перейдемо до розгонів автомобіля при роботі газодизеля по дизельному циклі. Як ми вже відзначали раніше це фактично автомобіль із дизелем.

Розрахунки показали, що характер зміни розглянутих вище параметрів при розгонах у цьому випадку такий же, як в автомобіля з газодизелем. Це видно якщо порівняти рис. 3.12 і 3.13 з рис. 3.1 і 3.2 на яких показані перехідні процеси при розгонах автомобіля з газодизелем при роботі по газодизельному (рис. 3.1 і 3.2) і дизельному (рис. 3.12 і 3.13) циклам в однакових умовах. Розходження виникає у чисельних значеннях показників розгонів. Ці показники на розгонах автомобіля з різною масою при роботі газодизеля по дизельному циклі наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Показники розгону газодизельного автомобіля МАЗ-5335 із місця по результатам розрахунків на математичній моделі. Дизельний цикл

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	7150	11150	16000
Швидкість автомобіля, км/год	60	60	60
Час розгону, с	32,40	43,60	69,80
Шлях, пройдений за час розгону, м	284,77	412,11	721,83
Витрата дизельного палива за час розгону, м	189,99	280,96	495,19
Загальна кількість теплоти, що втримується у витраченому дизельному паливі, кДж	8074,6	11940,8	21045,6
Викид твердих часток за час розгону, г	0,617	0,910	1,591

З порівняння даних табл. 3.1 з даними табл. 3.2 видно, що при роботі по газодизельному циклу розгін до 60 км/год відбувається швидше і пройдений при цьому шлях менше. При $G_a = 7150$ кг час розгону менше на 0,6%, а пройдений шлях менше на 1,8%, а при $G_a = 16000$ кг відповідно менше на 5,8 і 4,9%. Витрата дизельного палива менше (у міру росту повної маси автомобіля) в 4,26; 4,30 і 4,39 рази. Кількість теплоти, що втримується у витраченому паливі (для газодизельного циклу сумарне), при роботі з газодизельному циклу менше.

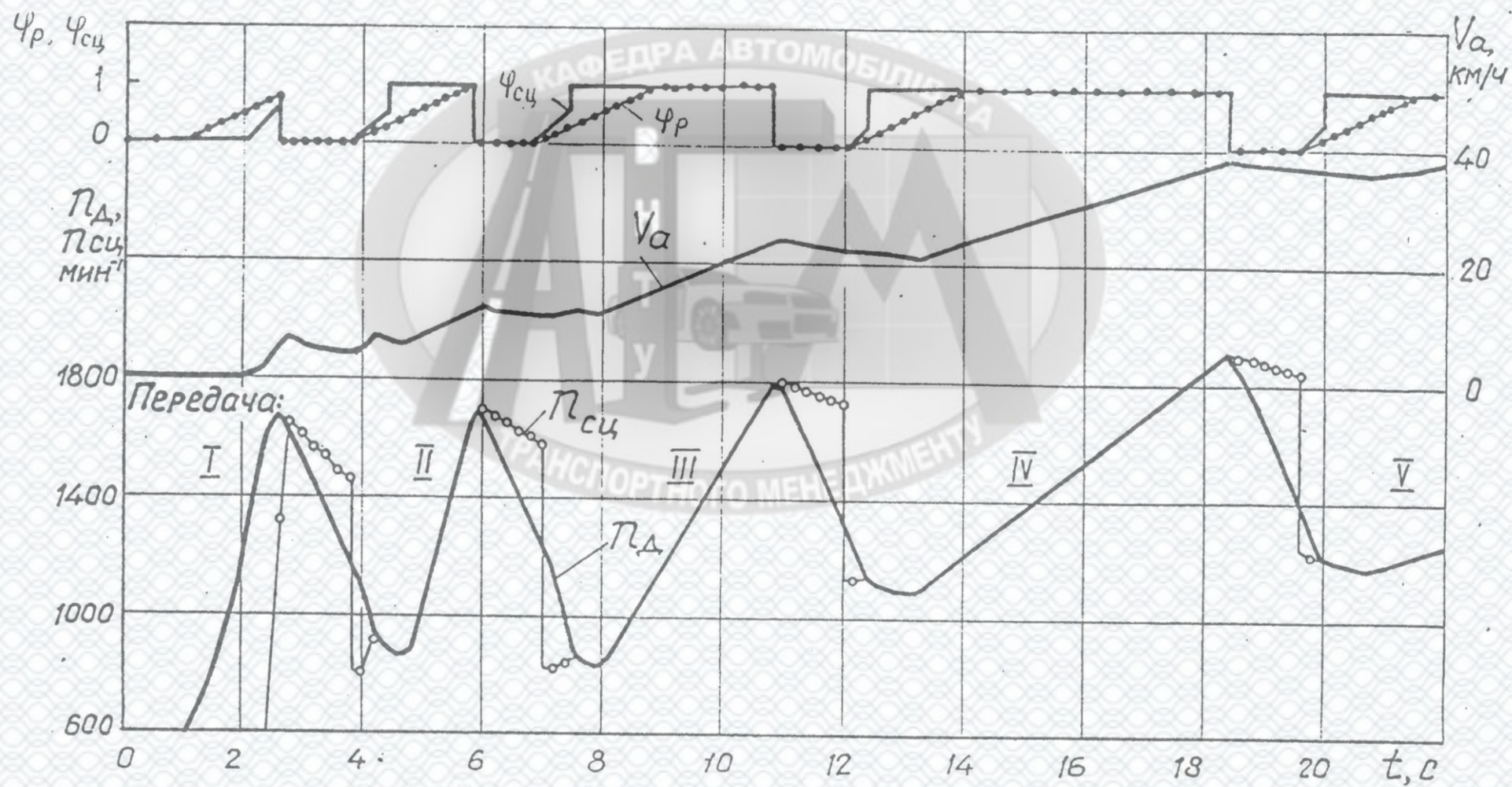


Рисунок 3.12 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Дизельний цикл

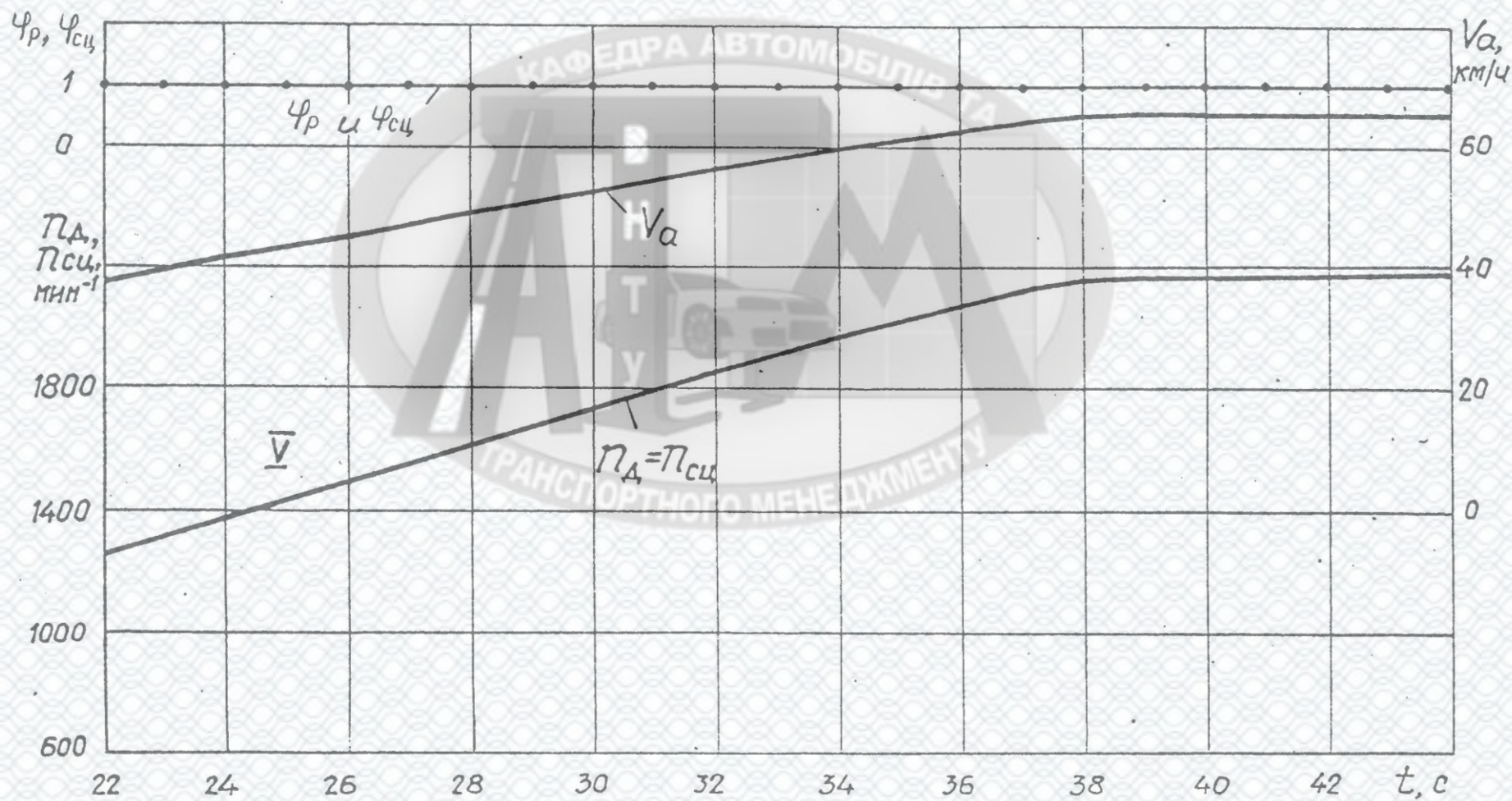


Рисунок 3.13 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Дизельний цикл

На рис. 3.14 і 3.15 показана зміна координат Z , Y , h_n і димності K при розгоні автомобіля при роботі газодизеля по дизельному циклі. Із цього малюнка видно, що на початку розгонів на кожній передачі димність ВГ різко зростає до 45...50%, а потім і на ділянках розгонів на I, II, III і IV передачах плавно зменшується до 35...40%, а на V передачі - до 26% при досягненні максимальної швидкості.

У результаті викид дисперсних часток з ВГ в 6,90...7,09 рази більше, ніж при розгоні автомобіля по газодизельному циклі.

За даними табл. 3.1 і 3.3 на рис. 5.60 побудовані графічно зміни основних показників розгону автомобіля при роботі з газодизельному і дизельного циклам залежно від повної маси автомобіля.

Явно кращі динамічні показники автомобіля при роботі з газодизельному циклу можна пояснити більше високим значенням запасу крутного моменту і зсувом максимуму крутного моменту у бік низьких частот обертання, що є істотною перевагою газодизеля. При роботі по газодизельному циклі менше теплоти, що знаходиться у витраченому паливі, що можна пояснити меншою тривалістю розгону до однієї і тієї ж швидкості.

У табл. 3.4 наведені показники автомобіля МАЗ-5335 при роботі по дизельного циклу на сталій максимальній швидкості. За даними цієї таблиці і табл. 3.2 на рис. 3.17 побудовані залежності витрати G_{T100} дизельного палива і викиду G_{C100} дисперсних часток на 100 км пробігу автомобіля з максимальною швидкістю від повної маси G_a автомобіля при роботі по газодизельному і дизельному циклам. Різниця між витратами дизельного палива при роботі по дизельному і газодизельному циклам представляє економію дизельного палива за рахунок заміщення його газом. Витрата дизельного палива зменшується в 1,56, 1,78 й 2,12 рази, відповідно. Викиди дисперсних часток при роботі по газодизельному циклу менше в 1,73; 1,97 й 2,26 рази. Максимальна швидкість при роботі по дизельному циклу набагато менше, ніж по газодизельному незважаючи на те, що формування зовнішньої регуляторної вітки в другому випадку починається при меншій частоті обертання, про що говорилося вище. Така невідповідність викликана більшою кривизною зовнішньої регуляторної вітки при роботі по газодизельному циклу.

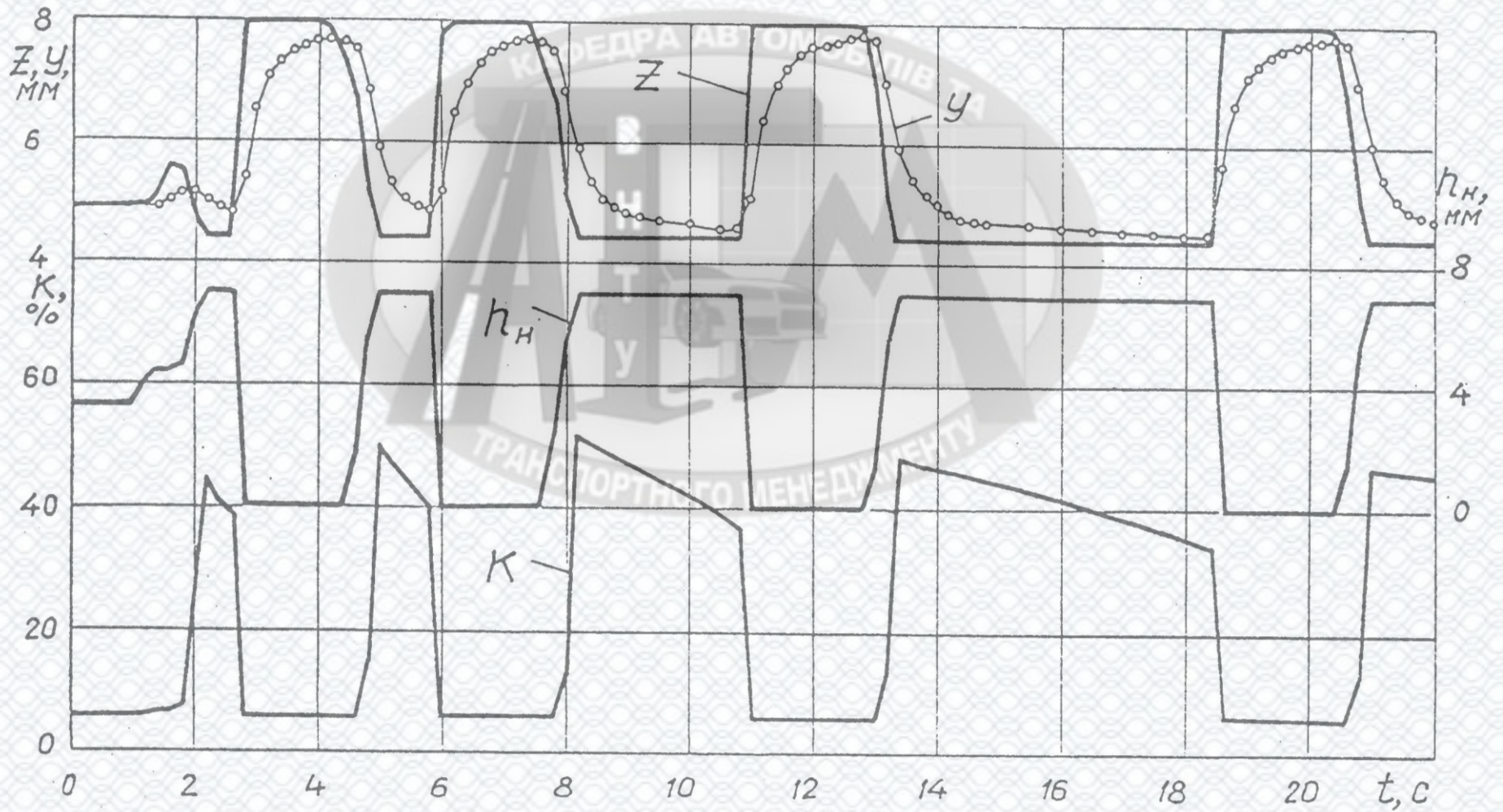


Рисунок 3.14 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Дизельний цикл

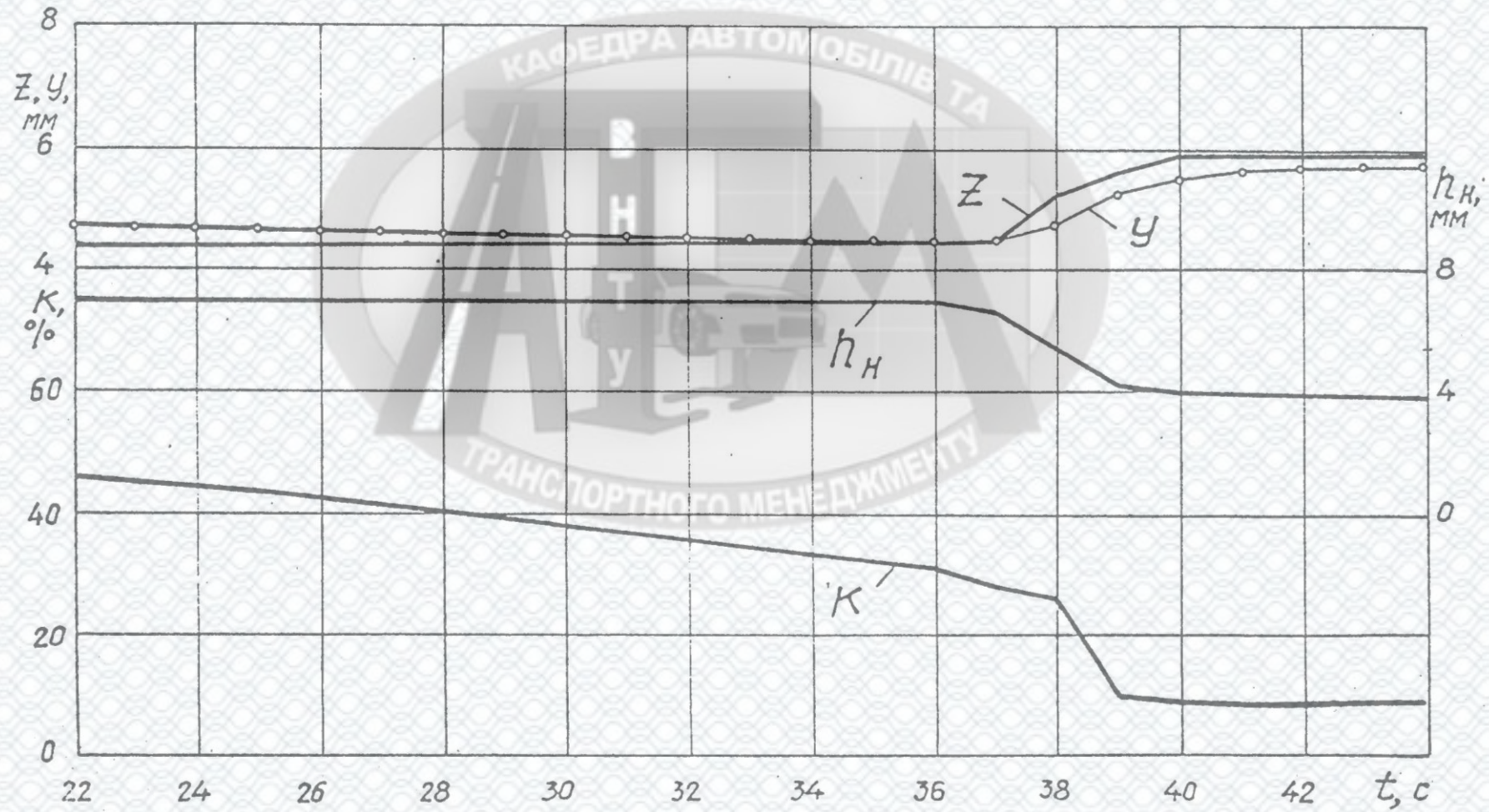
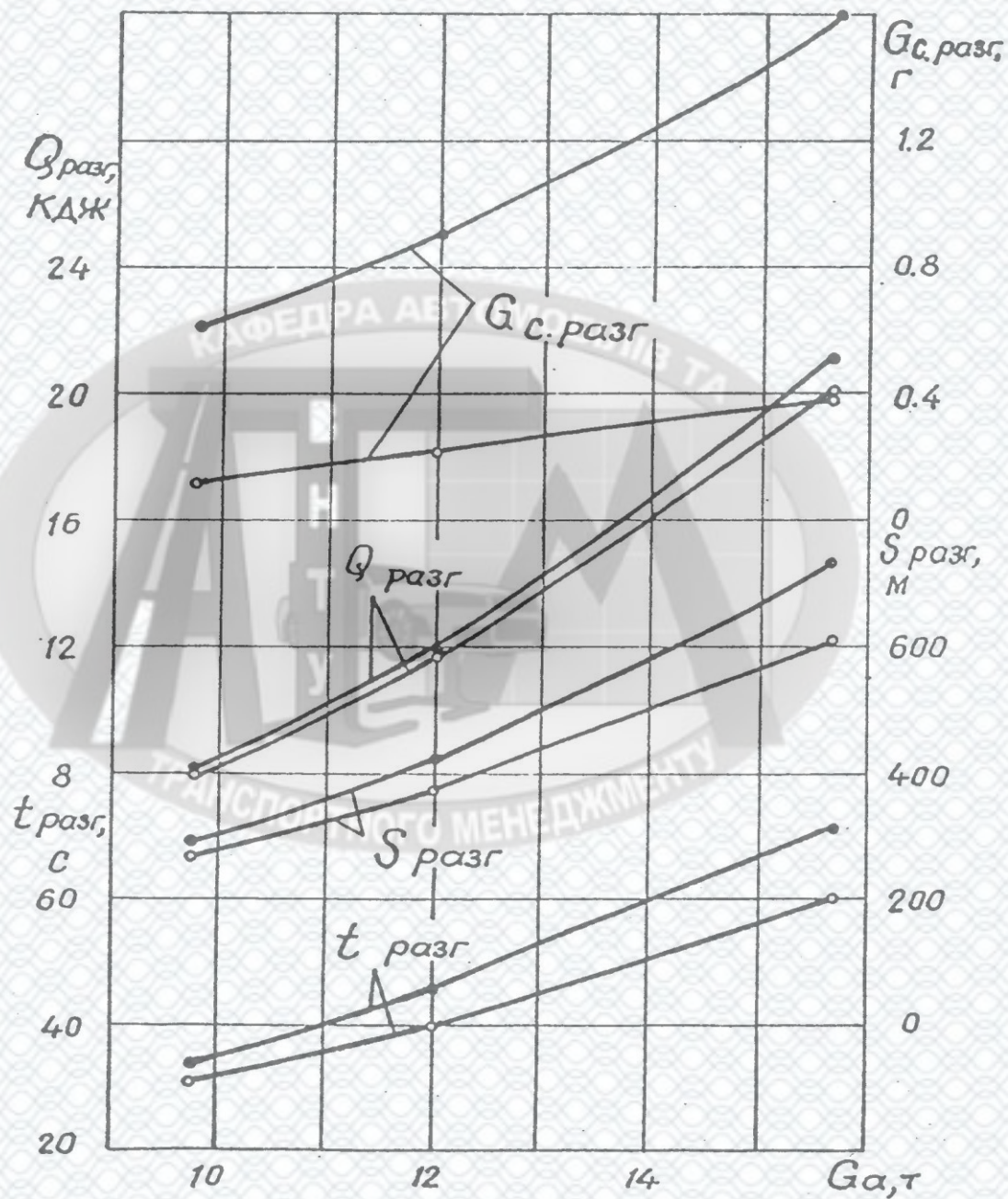
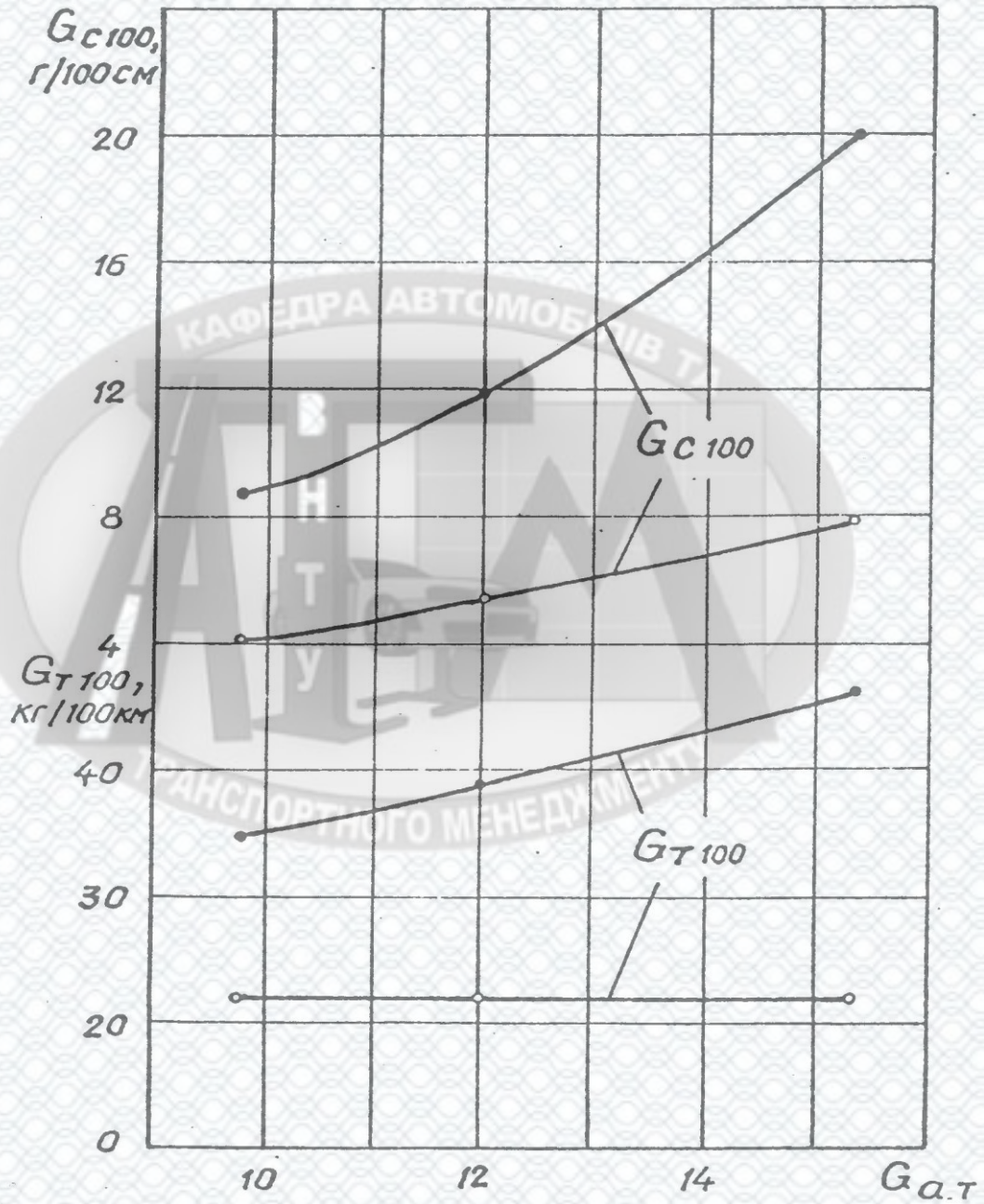


Рисунок 3.15 - Розгін автомобіля МАЗ-5335 з газодизелем ЯМЗ-236ГД. Маса $G_a = 11150$ кг. Дизельний цикл



при роботі за газодизельним циклом – ○ –; дизельним – ● – циклами

Рисунок 3.16 – Зміна показників розгону автомобіля МАЗ-5335 в залежності від повної маси G_a



при роботі за газодизельним циклом – ○ –; дизельним – ● – циклами

Рисунок 3.17– Зміна витрати дизельного палива та викидів дисперсних часток на 100 кг пробігу автомобіля МАЗ-5335 в залежності від повної маси $G_{a.t}$

Таблиця 3.4 - Показники газодизельного автомобіля МАЗ-5335 при русі з сталою максимальною швидкістю за результатами розрахунків на математичній моделі. Дизельний цикл.

Показники	Повна маса автомобіля, кг		
	7150	11150	16000
Максимальна швидкість, км/год	75,45	75,18	74,72
Витрата дизельного палива на 100 км пробігу, кг	34,77	39,04	46,10
Загальна кількість теплоти, що втримується у витраченому дизельному паливі, МДж	1477,73	1659,20	1959,25
Викид твердих часток на 100 км шляху, м	8,67	11,90	20,20

Кількість теплоти, що втрачається з паливом на 100 км пробігу по газодизельному циклі трохи більше, ніж по дизельному у зв'язку з меншим ефективним ККД газодизельного циклу.

Потрібно відзначити, що при роботі по газодизельному циклу коефіцієнт надлишку повітря менше, ніж при роботі з дизельного циклу (див. рис. 5.5 й 5.8). Це викликано тим, що в циліндри газодизеля в першому випадку надходить менше повітря, тому що частина його заміщається газом. Це привело до підвищеної димності ВГ на частотах обертання нижче 1200 хв^{-1} по зовнішній швидкісній характеристиці, показаної на рис. 5.7 й 5.8 і до короткочасних сплесків димності при розгонах на окремих передачах. Знизити цю димність можна зменшенням самокоректування подачі газу або збільшенням дози запального дизельного палива. Але останнє небажано, тому що приведе до зниження економії дизельного палива.

Таким чином, розрахунки показують, що економія дизельного палива за рахунок заміщення його природним газом виходить тим більше, чим частіше і довше газодизель працює в області більших навантажень, коли зростає витрата газу.

Висновки до третього розділу

1. У зв'язку з обмеженістю фінансових коштів і матеріальних можливостей для проведення експериментальних досліджень на реальних об'єктах мобільної техніки основним методом досліджень стають розрахунково-теоретичні дослідження на математичних моделях об'єктів.

2. Завдяки гіперболічному характеру зміни ефективного обертального моменту газодизеля, динамічний фактор вантажного автомобіля при роботі газодизеля по газодизельному циклу безперервно зростає у міру зниження швидкості вантажного автомобіля і при мінімальній швидкості (при $n_d=1000 \text{ хв}^{-1}$) в 1,17...1,22 разу, максимальне значення динамічного чинника при роботі по дизельному циклу, максимальне значення прискорень на I і V передачах при роботі по газодизельному циклу 1,17 і 1,5 разу більше, ніж по дизельному.

3. При розгонах автомобіля МАЗ-5335 з місця з перемиканням передач від I до V при роботі по газодизельному циклу істотно менше за витрату дизельного палива (в середньому 4,83 разу) менше викид дисперсних частинок з ВГ (в середньому 5,49 разу), автомобіль розгониться до швидкості 60 км/ч на 2,91% швидше, ніж при роботі по дизельному циклу.

4. При русі автомобіля МАЗ-5335 при роботі за дизельним та газодизельними циклами встановлено що різниця між витратами дизельного палива при роботі по дизельному і газодизельному циклам представляє економію дизельного палива за рахунок заміщення його газом. Витрата дизельного палива зменшується в 1,56, 1,78 й 2,12 рази, відповідно. Викиди дисперсних часток при роботі по газодизельному циклу менше в 1,73; 1,97 й 2,26 рази.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Аналіз виробничо-господарської діяльності (ВГД) є основою будь-якого управлінського рішення. З позиції маркетингових досліджень аналіз ВГД дозволяє виявити власні можливості автотранспортного підприємства і оцінити відповідність наявних ресурсів вибраним стратегічним цілям, у тому числі маркетинговим.

Для об'єктивної оцінки результатів виробничої та фінансово-господарської діяльності конкретного підприємства автомобільного транспорту доцільно використовувати системно-матричний діагностичний аналіз і системний комплексний аналіз.

Під системно-матричним діагностичним аналізом мається на увазі одночасне узгоджене дослідження системи показників виробничо-господарської діяльності підприємства на основі матричної моделі з метою оперативної оцінки рівня ефективності роботи підприємства, встановлення внутрішніх резервів і розробки комплексу заходів щодо їх реалізації.

Виробничо-господарську діяльність підприємства можуть характеризувати, наприклад, такі показники: прибуток Π , загальна сума доходів D , обсяги перевезень вантажів в тоннах Q , обсяги транспортної роботи в тоно-кілометрах P , загальний пробіг в кілометрах $L_{заг}$, автомобіле-години в наряді $AG_{нар}$, сумарні експлуатаційні витрати B , вартість основних виробничих фондів в гривнях $ОВФ$, вартість нормованих оборотних засобів в гривнях $НОЗ$, фонд оплати праці в гривнях $ФОП$, автомобіле-дні перебування в господарстві $AD_{госп}$, відпрацьовано людино-годин $ЛГ_p$.

Суть даного методу зводиться до наступного. Система найважливіших показників діяльності підприємства зображується у вигляді квадратної матриці, елементами якої є відношення вибраних показників з колонки

матриці до вихідного показника з рядка. Вихідні параметри з рядка A_i є активними, а колонки B_j – пасивними.

Тоді сукупність цільових елементів

$$C_{ij} = B_j / A_i \quad (4.1)$$

показує взаємопов'язану систему характеристик діяльності підприємства.

Вихідні параметри матричної моделі поділяються на три групи в залежності від їх ролі і значення в процесі виробництва: кінцеві, проміжні, початкові.

Кінцеві параметри характеризують результат виробничої діяльності підприємства, величину кінцевої продукції. До них відносять прибуток, доходи, обсяг перевезень. Проміжні параметри пов'язують власне виробничий процес і його результат. Для автотранспортного підприємства це вантажообіг, загальний пробіг автомобіля, кількість відпрацьованих автомобіле-годин. До початкових параметрів відносяться ті, що характеризують фінансові, матеріальні, трудові ресурси, які витрачаються у виробничому процесі: загальна сума витрат, вартість основних виробничих фондів, вартість нормованих оборотних коштів, фонд оплати праці, автомобіле-години в господарстві, кількість відпрацьованих людино-годин.

Про ефективність роботи підприємства можна робити висновки по динаміці вихідних параметрів. Темпи росту кінцевих показників повинні випереджати темпи росту проміжних і початкових, а проміжні – початкових.

Проведення системно-матричного діагностичного аналізу ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства складається з шести етапів.

На першому етапі перевіряється достовірність вихідної інформації, яка включається в матричну модель.

Другий етап являє собою попередню оцінку результатів роботи підприємства. Для цього визначаються:

- індекси зміни вихідних параметрів

$$A_i = \frac{A_i^{звіт}}{A_i^{баз}}, \quad (4.2)$$

де $A_i^{звіт}$ і $A_i^{баз}$ відповідно звітне і базисне значення вихідного параметру;

- абсолютні прирости вихідних параметрів

$$\Delta A_i = A_i^{звіт} - A_i^{баз}. \quad (4.3)$$

Третім етапом є розрахунок цільових елементів квадратної матриці за звітний і базисний періоди:

$$C_{ij} = B_i^{звіт} / A_i^{звіт}, \quad C_{ij}^1 = B_j^{баз} / A_i^{баз}. \quad (4.4)$$

Результати розрахунків заносять у відповідні таблиці.

Елементи матриці, розташовані під головною діагоналлю, повинні збільшуватись з ростом ефективності виробництва, через те, що чисельник отриманого відношення ціленаправлено ближче до результуючого показника діяльності підприємства, чим знаменник.

На четвертому етапі розраховується динаміка цільових елементів матриці і абсолютні значення цільових елементів:

$$J_{Cij} = C_{ij}^{звіт} / C_{ij}^{баз}, \quad (4.5)$$

$$\Delta C_{ij} = C_{ij}^{звіт} - C_{ij}^{баз} = C_{ij} (J_{Cij} - 1). \quad (4.6)$$

Результати розрахунків зводять в індексну матрицю динаміки цільових елементів і в матрицю абсолютних значень динаміки цільових елементів.

Індекси, що розташовані під головною діагоналлю індексної матриці, в ідеальному випадку повині бути більше одиниці, що свідчить про зростання ефективності виробництва.

Метою п'ятого етапу є вивчення впливу різних факторів на величину зміни цільових елементів матриці. Зміна величини цих елементів може відбуватись за рахунок зміни вихідних параметрів матриці як в "активній" так і в "пасивній" формі.

Для визначення впливу параметрів, які стоять в чисельнику і знаменнику розрахункової формули цільового елемента, застосовується прийом розрахунку різниць.

Вплив B_j та A_i на зменшення цільового елемента матриці визначають за відомими формулами:

$$\Delta C_{ijBj} = 1 / J_{Ai} \cdot (J_{Bj} - 1) \cdot C_{ij}, \quad (4.7)$$

або в відсотках

$$\Delta C_{ijAj} = (1 / J_{Ai} - 1) \cdot 100. \quad (4.8)$$

Результати розрахунків п'ятого етапу зводять в таблиці відносного і абсолютного впливу вихідних параметрів на динаміку цільових елементів.

Маючи за основу розрахунки, проводять оцінку зміни показників ефективності діяльності підприємства, визначають, які фактори мали

найбільший вплив, намічають напрямки подальшої аналітичної роботи для виявлення конкретних причин відхилень.

Докладні дослідження рекомендується проводити за такими напрямками: оцінка рівня обсягів перевезень і транспортної роботи, оцінка рівня ефективності використання трудових ресурсів, основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів, оцінка рівня собівартості перевезень, прибутку і доходів.

На шостому (заключному) етапі дається загальна оцінка ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства.

Для цього розраховують узагальнюючий показник рівня ефективності за формулою середньої арифметичної індексів цільових елементів матриці:

$$J_0 = \frac{2 \sum_i \sum_j J_{Cij}}{n^2 - n}, \quad (4.9)$$

де J_{Cij} – елементи індексної матриці, розташовані під головною діагоналлю;

n – число вихідних параметрів матриці.

Таблиця 4.1 – Дані про роботу і використання рухомого складу

Показники	2017 р.	2018 р.	2019 р.
1	2	3	4
1. Середньооблікова кількість автомобілів, одиниць	18	18	18
2. Автомобіледні перебування в господарстві, тис.	9,8	9,8	9,8
3. Автомобіледні в роботі, тис.	6,2	6,8	7,5
4. Час в наряді, тис. год	43,4	48,8	56,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
5. Загальний пробіг, тис. км	570,65	692,35	780,22
6. Перевезено вантажів, тис. тонн	35,8	51,2	60,6
7. Вантажооборот, тис. т-км	382,7	412,5	486,9

Результати роботи рухомого складу за останній період часу, визначені за річними формами № 2-тр «Звіт про роботу автотранспорту» державного статистичного спостереження, наведені в таблиці 4.1. Необхідно провести аналіз техніко-експлуатаційних показників виробничо-господарської діяльності автотранспортного підприємства за допомогою системно-матричного методу.

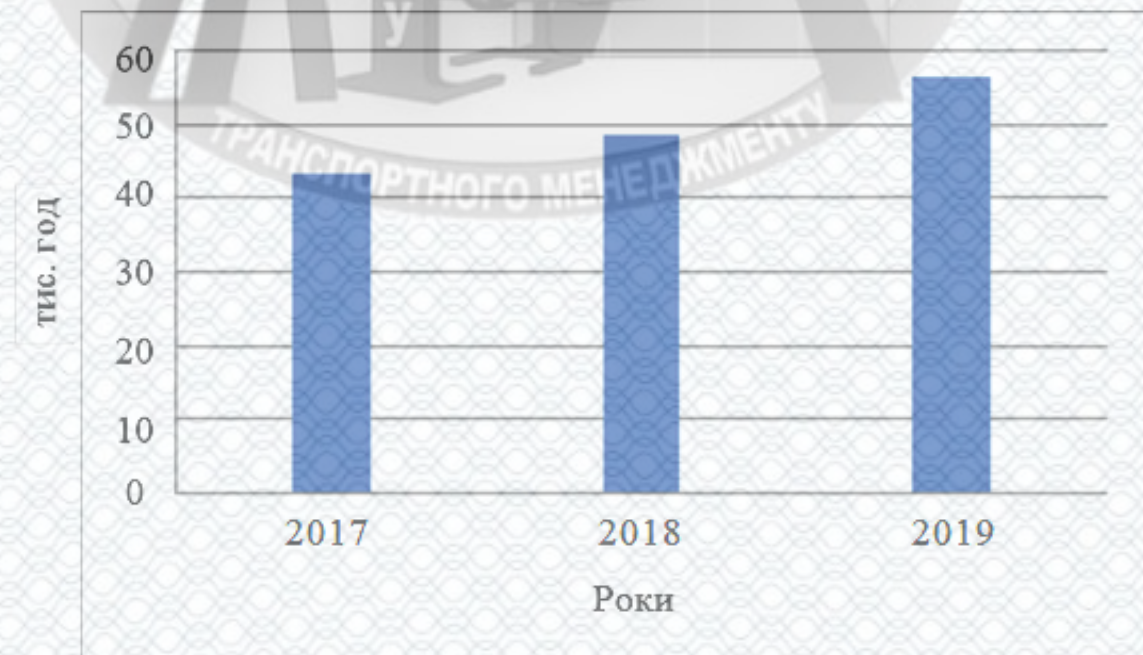


Рисунок 4.1 – Динаміка зміни часу перебування в наряді (тис.год)

Для наочності подання інформації будемо графіки динаміки зміни показників виробничо-господарської діяльності автотранспортного підприємства за період, що розглядається.



Рисунок 4.2 – Динаміка зміни автомобіледнів в роботі

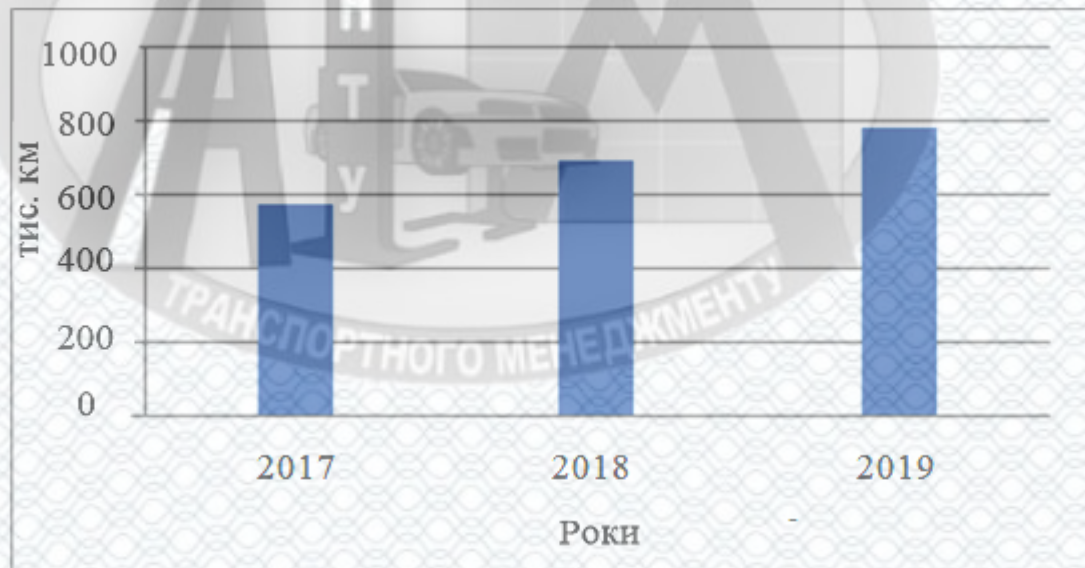


Рисунок 4.3 – Динаміка зміни загального пробігу (тис. км)

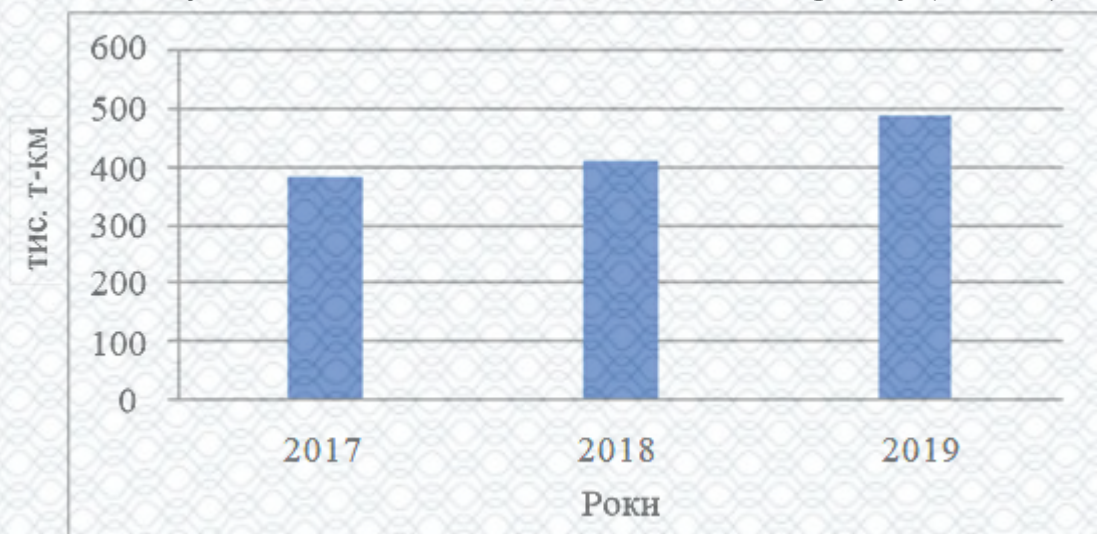


Рисунок 4.4 – Динаміка зміни обсягів транспортної роботи (тис. т-км)

Наступним кроком є, проведення попередньої оцінки результатів роботи за 2017-2018 і 2018-2019 роки з визначенням індексів зміни вихідних параметрів за формулою (4.2) і абсолютних приростів вихідних параметрів за формулою (4.3). Результати розрахунків наводяться в таблицях 4.2 і 4.3.

Таблиця 4.2 – Індеси зміни вихідних параметрів і абсолютні прирости вихідних параметрів за 2017-2018 роки

Показники	Базис- ний 2017 р.	Звітний 2018 р.	Абсолют- ний приріст	Індекс зміни
1. Середньооблікова кількість автомобілів $A_{ср}$, одиниць	18	18	0,00	1,000
2. Автомобіледні перебування в господарстві $AD_{госп}$, тис.	9,8	9,8	0,00	1,000
3. Автомобіледні в роботі $AD_{роб}$, тис.	6,2	6,8	0,60	1,096
4. Час в наряді $AG_{нар}$, тис. год	43,4	48,8	5,40	1,124
5. Загальний пробіг $L_{заг}$, тис. км	570,65	692,35	121,7	1,213
6. Перевезено вантажів Q , тис. т	35,8	51,2	15,4	1,430
7. Вантажооборот P , тис. т-км	382,7	412,5	29,8	1,077

Попередня оцінка результатів роботи автотранспортного підприємства за 2017-2018 і 2018-2019 роки дає змогу зробити наступні висновки:

- автомобіле-дні перебування в господарстві залишається незмінною;
- час автомобіле-днів в роботі збільшились в 2018 році в порівнянні з 2017 роком на 9,67%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 10,3%;

- час перебування рухомого складу в наряді збільшився в 2018 році в порівнянні з 2017 роком на 12,44%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком зменшився на 15,77%;

Таблиця 4.3 – Індеси зміни вихідних параметрів і абсолютні прирости вихідних параметрів за 2018-2019 роки

Показники	Базис- ний 2018 р.	Звітний 2019 р.	Абсолют- ний приріст	Індекс зміни
1. Середньооблікова кількість автомобілів A_{cn} , одиниць	18	18	0,00	1,000
2. Автомобіледні перебування в господарстві $AD_{госп}$, тис.	9,8	9,8	0,00	1,000
3. Автомобіледні в роботі $AD_{роб}$, тис.	6,8	7,5	0,70	1,102
4. Час в наряді $AG_{нар}$, тис. год	48,8	56,5	7,7	1,157
5. Загальний пробіг $L_{заг}$, тис. км	692,35	780,22	87,87	1,126
6. Перевезено вантажів Q , тис. т	51,2	60,6	9,40	1,183
7. Вантажооборот P , тис. т-км	412,5	486,9	74,40	1,180

- загальний пробіг вантажних автомобілів збільшився в 2018 році в порівнянні з 2017 роком на 21,32%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 12,69%;

- обсяги перевезення вантажів збільшились в 2018 році в порівнянні з 2017 роком на 4,3%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 18,3%;

- вантажооборот збільшився в 2018 році в порівнянні з 2017 роком на 7,78%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 18,03%.

Виконаємо розрахунок цільових елементів квадратної матриці за 2017, 2018 і 2019 роки за формулою (4.4). Результати розрахунків наводяться в таблицях 4.4 – 4.6.

Відомості, які містяться в таблицях 4.4–4.6, дають змогу визначити низку показників, таких як:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;
- середній час перебування рухомого складу в наряді за добу;
- середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу.

Таблиця 4.4 – Результати розрахунку цільових елементів квадратної матриці за 2017 рік

Вихідний параметр в “активній” формі (A_i)		Вихідний параметр в “пасивній” формі (B_j)					
		$AD_{госп}$	$AD_{роб}$	$AG_{нар}$	$L_{заг}$	Q	P
		1	2	3	4	5	6
$AD_{госп}$	1	1	0,633	4,429	58,230	3,653	39,051
$AD_{роб}$	2	1,581	1	7,0	92,04	5,774	61,726
$AG_{нар}$	3	0,226	0,143	1	13,149	0,825	8,817
$L_{заг}$	4	0,017	0,011	0,076	1	0,063	0,671
Q	5	0,273	0,173	1,212	15,939	1	10,689
P	6	0,025	0,016	0,0113	1,491	0,094	1

Таблиця 4.5 – Результати розрахунку цільових елементів квадратної матриці за 2018 рік

Вихідний параметр в “активній” формі (A_i)		Вихідний параметр в “пасивній” формі (B_j)					
		$AD_{госп}$	$AD_{роб}$	$AG_{нар}$	$L_{заг}$	Q	P
		1	2	3	4	5	6
$AD_{госп}$	1	1	0,693	4,979	70,647	5,224	42,091
$AD_{роб}$	2	1,441	1	7,176	101,816	7,529	60,662
$AG_{нар}$	3	0,201	0,139	1	14,188	1,049	8,453
$L_{заг}$	4	0,014	0,0098	0,07	1	0,073	0,596
Q	5	0,191	0,133	0,953	13,522	1	8,057
P	6	0,023	0,016	0,118	1,678	0,124	1

Таблиця 4.6 – Результати розрахунку цільових елементів квадратної матриці за 2019 рік

Вихідний параметр в “активній” формі (A_i)		Вихідний параметр в “пасивній” формі (B_j)					
		$AD_{госп}$	$AD_{роб}$	$AG_{нар}$	$L_{заг}$	Q	P
		1	2	3	4	5	6
$AD_{госп}$	1	1	0,765	5,765	79,614	6,184	49,684
$AD_{роб}$	2	1,307	1	7,533	104,029	8,08	64,92
$AG_{нар}$	3	0,173	0,133	1	13,809	1,073	8,617
$L_{заг}$	4	0,0125	0,0096	0,0724	1	0,0776	0,624
Q	5	0,162	0,124	0,9323	12,875	1	8,034
P	6	0,0201	0,0154	0,116	1,602	0,124	1

Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію визначається за формулою:

$$\alpha_v^i = \frac{AD_{роб}^i}{AD_{госп}^i}, \quad (4.10)$$

де $AD_{роб}^i$ – автомобіле-дні в роботі за i -тий період, тис.;

$AD_{госп}^i$ – автомобіле-дні перебування в господарстві за i -тий період, тис.

Середній час перебування рухомого складу в наряді за добу визначається за формулою:

$$T_n^i = \frac{AG_{нар}^i}{AD_{роб}^i}, \quad (4.11)$$

де $AG_{нар}^i$ – час перебування автомобілів в наряді за i -тий період, тис. год.

Середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу визначається за формулою:

$$l_{cd}^i = \frac{L_{заг}^i}{AD_{роб}^i}, \quad (4.12)$$

де $L_{заг}^i$ – загальний пробіг рухомого складу за i -тий період, тис. км;

Використовуючи формули (4.10 – 4.12) та інші математичні залежності, а також дані табл. 4.4, табл. 4.5 і табл. 4.6, визначаємо основні техніко-експлуатаційні показники роботи:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію становитиме по роках відповідно:

$$\alpha_{\epsilon}^{10} = 0,633; \alpha_{\epsilon}^{11} = 0,693; \alpha_{\epsilon}^{12} = 0,765$$

- середній час перебування автомобіля в наряді за добу становитиме по роках відповідно:

$$T_n^{10} = 7,0год; T_n^{11} = 7,176год; T_n^{12} = 7,533год$$

- середньодобовий пробіг одного автомобіля становитиме по роках відповідно:

$$l_{cd}^{10} = 92,04км; l_{cd}^{11} = 101,816км; l_{cd}^{12} = 104,029км$$

Динаміка зміни цільових елементів матриці визначається за формулами (4.5) і (4.6). Виконавши відповідні розрахунки, приходимо до наступних висновків:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію збільшився в 2018 році порівняно з 2017 роком на 0,9%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 3,45%;

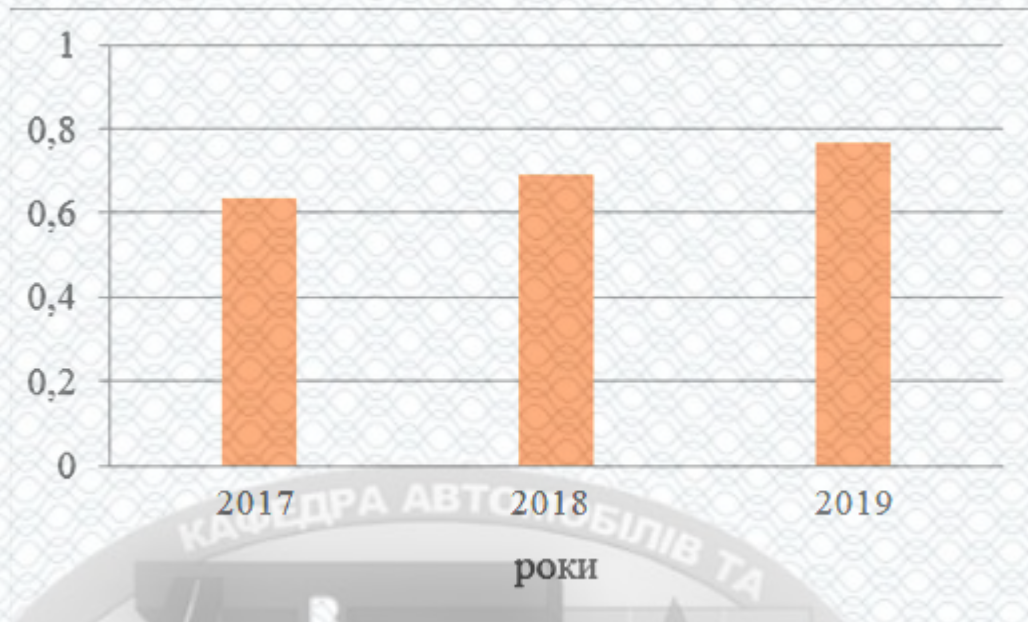


Рисунок 4.5 – Динаміка зміни випуску вантажних автомобілів на лінію

- середній час перебування автомобілів в наряді за добу збільшився в 2018 році порівняно з 2017 роком на 0,8%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 2,17%;

- середньодобовий пробіг одного автомобіля збільшився в 2018 році порівняно з 2017 роком на 11,15%, а в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – на 4,58%.

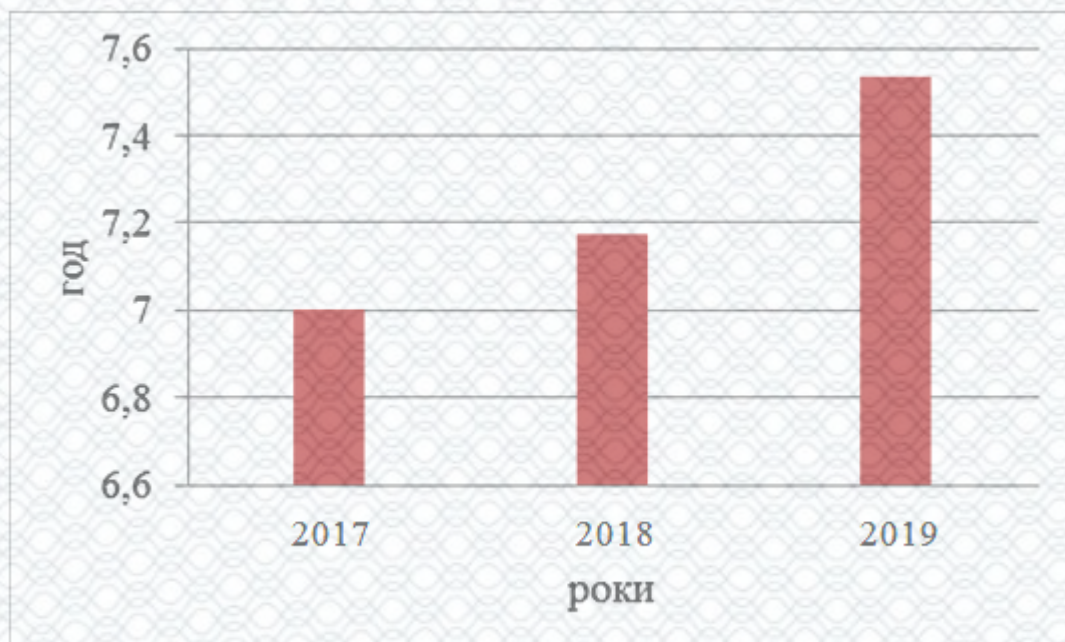


Рисунок 4.6 – Динаміка зміни середнього часу перебування транспортних засобів в наряді за добу

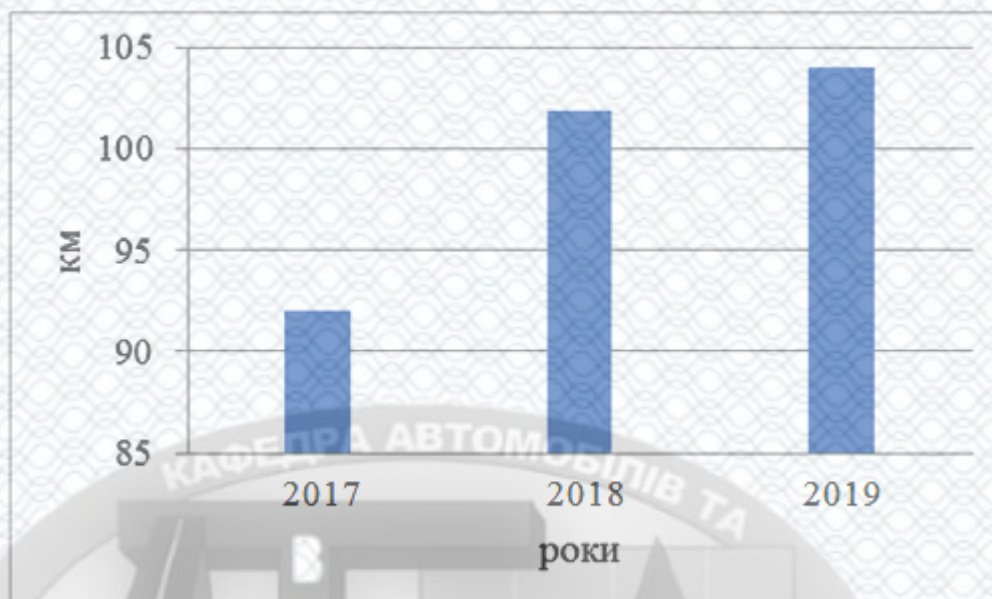


Рисунок 4.7 – Динаміка зміни середньодобового пробігу одного вантажного автомобіля

Розглянемо системний комплексний аналіз фінансово-господарської діяльності автотранспортного підприємства.

Розширення можливостей виробничого та соціального розвитку підприємства, підвищення ефективності використання матеріальних, фінансових та інших ресурсів на основі спільної діяльності, розподілу праці і кооперації, визначені на основі даних “Балансу підприємства” і “Звіту про фінансові результати підприємства” за 2017, 2018 і 2019 роки та наведені в табл. 4.7. Оцінити фінансовий стан і фінансові результати діяльності підприємства.

З метою правильної організації планування, обліку і аналізу витрати на перевезення класифікуються за різними ознаками. В цій роботі розглядається групування витрат операційної діяльності підприємства у відповідності з їх економічним змістом.

Тобто, аналітичну суму витрат можна визначити за такою формулою:

$$C_{перев} = C_{МЗ} + C_{ВОП} + C_{ВСЗ} + C_{АМ} + C_{ІНШ}, \quad (4.13)$$

де $C_{МЗ}$ - матеріальні затрати, грн.;

$C_{ВОП}$ - витрати на оплату праці, грн.;

$C_{ВСЗ}$ - відрахування на соціальні заходи, грн.;

$C_{АМ}$ - амортизація, грн.;

$C_{ІНШ}$ - інші операційні витрати, грн.

В матеріальні затрати автотранспортного підприємства входять декілька складових елементів витрат, які наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Матеріальні затрати автотранспортного підприємства

Статті матеріальних затрат, 995 тис. грн..	Частина, яка виділяється на затрати, %	Частина, яка виділяється на затрати, грн
Бензин	28	278600
Дизельне паливо	38	378100
Трансмісійні масла	6	59700
Моторні масла	7	69650
Охолоджуючі рідини	2	19900
Акумулятори	8	79600
Шини	11	109450
Разом	100	995000

Фактичні цифрові значення складових елементів (статей) витрат та їх сума за звітний (2017), (2018) і (2019) роки наведені в порівняльній таб. 4.8.

Таблиця 4.8 - Витрати на експлуатацію рухомого складу

Статті експлуатаційних витрат	2017 р.	2018 р.	2019 р.
1. Матеріальні затрати, тис.грн.	514,9	417,1	995
2. Витрати на оплату праці, тис.грн.	219,7	239,1	205,9
3. Відрахування на соціальні заходи, тис.грн.	88,4	101,2	94,7
4. Амортизація, тис.грн.	63,3	56,1	48,7
5. Інші операційні витрати, тис.грн.	260,4	240,9	255,2
6. Загальна сума експлуатаційних витрат, тис.грн.	1146,7	1054,4	1599,5

На основі даних таблиці 4.8 можна оцінити абсолютне відхилення ΔC_i та індекс зміни I_{C_i} витрат за формулами (4.2) і (4.3).

Результати виконаних розрахунків наведені в таблицях 4.9 та 4.10.

Таблиця 4.9 – Зміни статей витрат на експлуатацію рухомого складу за 2017-2018 роки

Статті експлуатаційних витрат	Базис-ний 2017 р.	Звітний 2018 р.	Абсолют-ний приріст	Індекс зміни
1. Матеріальні затрати, тис.грн.	514,9	417,1	-97,8	0,81
2. Витрати на оплату праці, тис.грн.	219,7	239,1	19,4	1,088
3. Відрахування на соціальні заходи, тис.грн.	88,4	101,2	12,8	1,144
4. Амортизація, тис.грн.	63,3	56,1	-7,2	0,886
5. Інші операційні витрати, тис.грн.	260,4	240,9	-19,5	0,925
6. Загальна сума експлуатаційних витрат, тис.грн.	1146,7	1054,4	-92,3	0,919

Таблиця 4.10– Зміни статей витрат на експлуатацію рухомого складу за 2018-2019 роки

Статті експлуатаційних витрат	Базисний 2018 р.	Звітний 2019 р.	Абсолютний приріст	Індекс зміни
1. Матеріальні затрати, тис.грн.	417,1	995	577,9	2,386
2. Витрати на оплату праці, тис.грн.	239,1	205,9	-33,2	0,861
3. Відрахування на соціальні заходи, тис.грн.	101,2	94,7	-6,5	0,935
4. Амортизація, тис.грн.	56,1	48,7	-7,4	0,868
5. Інші операційні витрати, тис.грн.	240,9	255,2	14,3	1,059
6. Загальна сума експлуатаційних витрат, тис.грн.	1054,4	1599,5	545,1	1,52

Аналізуючи результати виконаних розрахунків і дані таблиць 4.9 і 4.10, можна зробити такі висновки про зміну за статтями витрат у 2018 році в порівнянні з 2017 роком: матеріальні витрати зменшились на 19%; витрати на оплату праці збільшились на 8,8%; відрахування на соціальні заходи збільшились на 14,4%; витрати на амортизацію рухомого складу зменшились на 11,4%; інші операційні витрати зменшились на 7,5%; загальна сума витрат зменшилась на 8,1%; а у 2019 році в порівнянні з 2018 роком: матеріальні витрати збільшились на 22,6%; витрати на оплату праці зменшились на 9,8%; відрахування на соціальні заходи зменшились на 3,67%; витрати на амортизацію рухомого складу зменшились на 2,28%.

Результати розрахунків по роках наведені в таблиці 4.11, а їх графічна ілюстрація – на рис. 4.8- 4.10.

Таблиця 4.11 - Структура витрат на транспортні послуги, %

Статті експлуатаційних витрат	2017 р.	2018 р.	2019 р.
1. Матеріальні затрати	44,9	39,56	62,23
2. Витрати на оплату праці	19,16	22,67	12,87
3. Відрахування на соціальні заходи	7,71	9,59	5,92
4. Амортизація	5,52	5,32	3,04
5. Інші операційні витрати	22,71	22,85	15,95
Разом	100	100	100

Вплив відхилень за статтями витрат на зміну загальної суми витрат визначається за формулою для розрахунку впливу структурних змін:

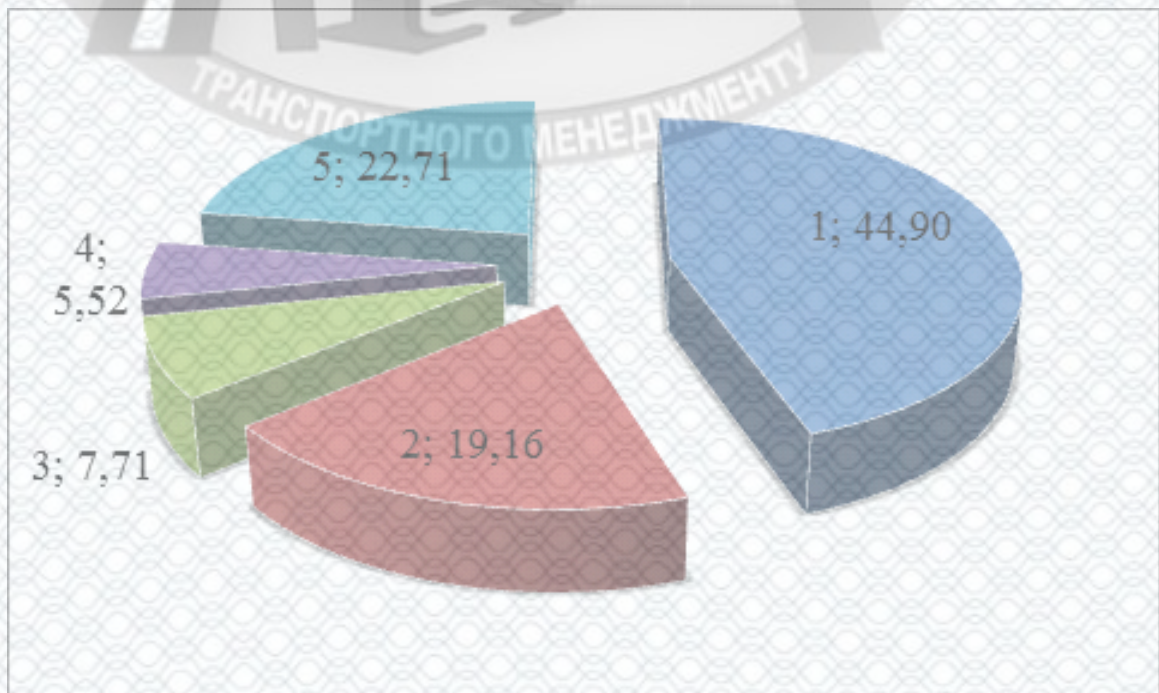
$$\Delta C_{C_i} = \sum_{i=1}^m \frac{C_{C_i}}{100} \cdot (I_{C_i} - 100), \quad (4.14)$$

де ΔC_{C_i} - зміна загальної суми витрат за рахунок зміни i -ої статті витрат, %;

m - кількість статей витрат;

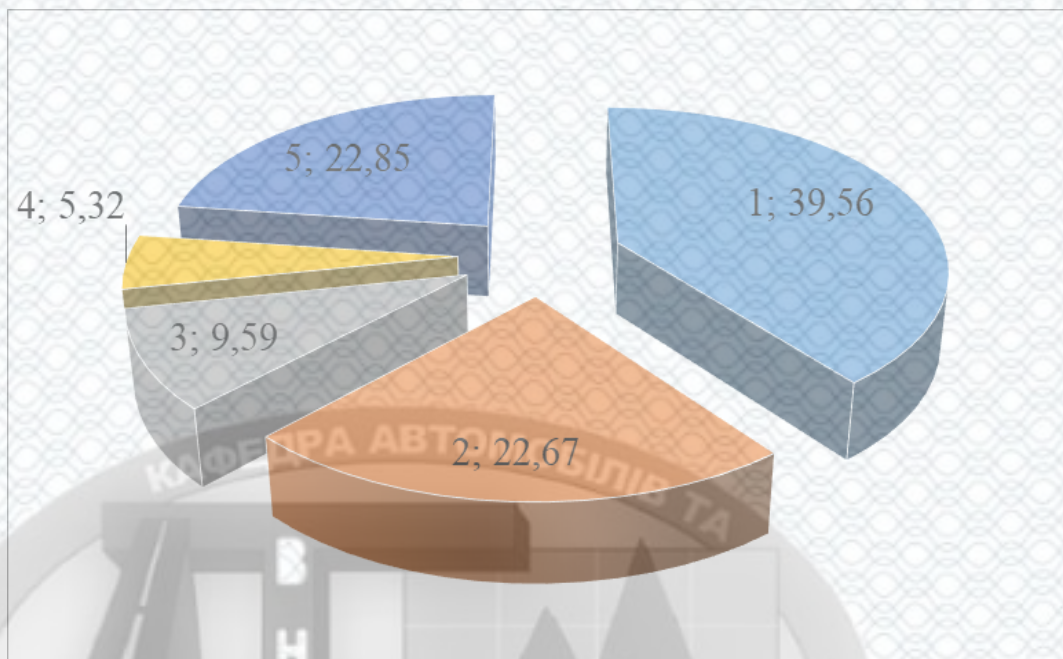
C_{C_i} - частка i -ої статті витрат у загальній сумі витрат в базисному році, %;

I_{C_i} - індекс зміни витрат i -ї статті в звітному році, %.



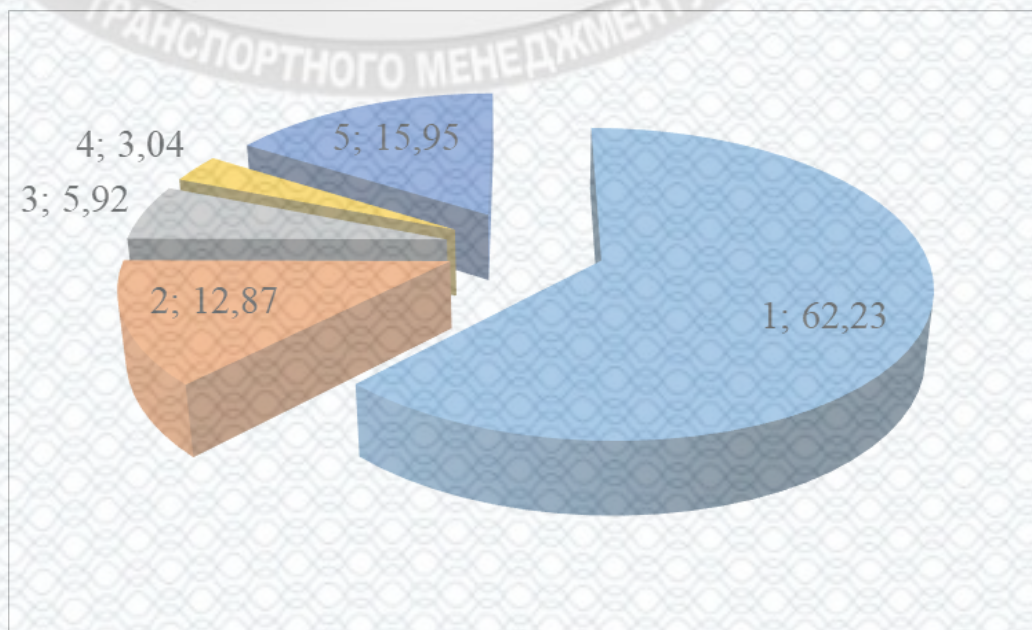
1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Рисунок 4.8 - Структура експлуатаційних витрат в 2017 році



1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Рисунок 4.9 - Структура експлуатаційних витрат в 2018 році



1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Рисунок 4.10 - Структура експлуатаційних витрат в 2019 році

Використовуючи дані табл. 4.10 і табл. 4.11, проводимо розрахунки за формулою (4.14) для кожної статті витрат для базисного (2018) року і звітного (2019):

$$\Delta C_{C_{МЗ}} = \frac{39,56}{100} \cdot (238,6 - 100) = 54,83\%,$$

$$\Delta C_{C_{ВОП}} = \frac{22,67}{100} \cdot (86,1 - 100) = -3,15\%,$$

$$\Delta C_{C_{ВСЗ}} = \frac{9,59}{100} \cdot (93,5 - 100) = 0,623\%,$$

$$\Delta C_{C_{AM}} = \frac{5,32}{100} \cdot (86,8 - 100) = -0,7\%,$$

$$\Delta C_{C_{ІНШ}} = \frac{22,85}{100} \cdot (105,9 - 100) = 1,35\%.$$

Виконані розрахунки показують, що збільшення матеріальних витрат призвело до збільшення загальної суми витрат на 54,83%; збільшення відрахувань на соціальні заходи – на 0,623%, збільшення інших операційних витрат – на 1,35%. Зменшилась величина витрат на оплату праці, що сприяло зниженню загальної суми витрат на 3,15%; амортизаційних відрахувань, що сприяло зниженню загальної суми витрат на 0,7%.

Основною задачею аналізу суми витрат на експлуатацію рухомого складу є не тільки розрахунки, які характеризують величину економії або перевитрати матеріалів та грошових коштів, але й виявлення конкретних причин, які призвели до таких результатів.

Розглянемо, як зміняться матеріальні затрати на експлуатаційні витрати транспортних засобів в досліджуваній групі. Види матеріальних затрат по існуючій методиці наведені в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Структура матеріальних затрат по існуючій методиці

Статті матеріальних затрат	Загальна кількість, грн	Досліджувана група, грн
Бензин	278600	66800
Дизельне паливо	378100	116200
Природний газ	0	143200
Трансмісійні масла	59700	26000
Моторні масла	69650	30300
Охолоджуючі рідини	19900	8650
Акумулятори	79600	34600
Шини	109450	47600
Разом	995000	430150

В досліджувану групу виділили вантажні автомобілі такі як: ГАЗ-3307 та МАЗ-5335. Загальна кількість виділених вантажних автомобілів складала 5 одиниць, серед яких 2 – з бензиновим двигуном (ГАЗ-3307), та 3 – з газодизельним двигуном (МАЗ-5335). Дані вантажні автомобілі були обрані в зв'язку з тим, що вони найчастіше експлуатуються при різних умовах руху, мають різні: тип двигунів, вантажопід'ємність, витрату палива, технічну характеристику яка суттєво відрізняється одна від одної.

Таблиця 4.13 – Порівняльна характеристика методик

Статті матеріальних затрат	Матеріальні затрати по існуючій методиці, грн.	Матеріальні затрати по удосконаленій методиці, грн	Відношення зміни матеріальних затрат, %
Бензин	66800	60000	11,3
Дизельне паливо	116200	112000	3,6
Природний газ	143200	121400	15,2
Разом	283000	272000	3,2

Проаналізувавши таблицю 4.13 можна зробити такі висновки: матеріальні затрати автотранспортного підприємства на закупку палива по удосконаленій методиці для бензинових двигунів зменшились на 11,3% що дає змогу економити на одному вантажному автомобілі ГАЗ-3307 - 3400 грн

на рік. Щодо газодизельних двигунів даний показник значно менший і складає 4,2%, внаслідок чого на одному вантажному автомобілі МАЗ-5335, підприємство може економити 1400 грн на рік.

Отже за допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати для вантажних автомобілів з досліджуваної групи автотранспортного підприємства зменшились на 3,2%, що дає змогу зменшити витрати на закупівлю палива на 11 тисяч гривень за рік.

Висновки до четвертого розділу

В даному розділі, проведено аналіз функціонування автотранспортного підприємства, за допомогою системно-матричного діагностичного аналізу та системно-комплексного аналізу.

При системно-матричному аналізі, досліджено систему показників виробничо-господарської діяльності автотранспортного підприємства на основі матричної моделі. Завдяки даному аналізу оцінено рівень ефективності роботи підприємства та встановлено внутрішній резерв даного підприємства.

За допомогою системно-комплексного аналізу, оцінено фінансовий стан та фінансові результати автотранспортного підприємства. Досліджено структуру витрат підприємства на транспортні послуги за 2017 – 2019 роки.

Проведено порівняльну характеристику методик, за допомогою яких, визначено структуру окремих статей матеріальних затрат автотранспортного підприємства. Дана порівняльна характеристика проводилась по окремим статтям матеріальних затрат, до яких відносилось паливо (бензин та дизельне паливо).

Розрахункові дослідження по витраті палива були проведені на досліджуваній групі, до якої входили вантажні автомобілі з бензиновими та газодизельними двигунами. Дані вантажні автомобілі було обрано в зв'язку з тим, що вони найчастіше експлуатуються при різних умовах руху, мають

різні: тип двигунів, вантажопід'ємність, витрату палива, технічну характеристику яка суттєво відрізняється одна від одної.

За допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати для вантажних автомобілів з досліджуваної групи автотранспортного підприємства зменшились на 3,2%, що дає змогу значно зменшити витрати на паливо.



РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні зростанню ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення її безпеки, зниження виробничого травматизму і захворюваності.

Аналіз умов праці проводимо на робочому місці, де здійснюється переобладнання дизелів вантажних автомобілів в газодизелі. На проектувальника, відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 [2], могли мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

фізичні небезпечні виробничі фактори:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, деталі та елементи матеріалів;
- підвищена температура поверхонь обладнання та матеріалів (внаслідок різання та тертя);
- недостатнє освітлення робочої зони;
- підвищена або понижена температура робочої зони (температура підвищується за рахунок теплообміну між нагрітими частинами і нагрітими вузлами);
- підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці (виникає внаслідок роботи верстатів та обладнання);
- гострі кромки, заусенці та шорсткість на поверхнях деталей що обробляються.

хімічні фактори:

- загально-токсичні;
- загально-подразнюючі – фактори виникають внаслідок застосування у роботі ЗОР для нормальної роботи ріжучого інструменту;

психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

- нервово-психічні навантаження (від робітника вимагається необхідна установка та зняття деталей і обладнання що перевіряється і ремонтується, контроль за режимами обробки, що веде до розумового перевантаження);

- фізичні навантаження (статичні, незначні – виникають за рахунок транспортування перевіряемого обладнання).

біологічні фактори на ділянці відсутні.

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

5.1.1. Обладнання приміщення та робочого місця

Загальні вимоги техніки безпеки до приміщення і обладнання.

Механічна дільниця розташовується поряд із зоною ТО. На дільниці забороняється застосування відкритого вогню. Джерело освітлення, проводка, та силові двигуни надійно ізольовані.

Допуск живлення магнітних пускачів та кнопок управління стендами при напрузі до 220 В при дотриманні слідуючих вимог пристрою механічного і електричного блокування магнітних пускачів, заземлені апаратури.

Забороняється експлуатація несправного обладнання та технологічного інструменту.

Забороняється паління та застосування відкритого вогню, а також саморобних нагрівальних пристроїв.

Робітники повинні забезпечуватись справними інструментами та пристроями, що відповідають умовам безпеки.

Перед початком роботи слід перевірити весь інструмент, несправний замінити.

Відходи виробництва, відпрацьовані матеріали повинні прибиратись після закінчення робочої зміни.

Відпрацьовані легкозаймисті горючі матеріали повинні бути негайно видалені.

Забороняється знаходження сторонніх осіб на робочих місцях, виконуються роботи з підвищеною небезпекою.

Для миття та знежирення деталей повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні у пожежному відношенні установки.

Перед початком роботи на верстаті необхідно перевірити справність та наявність усіх огорожень та пристроїв, надійність закріплення різального інструменту, а також випробувавши верстат на холостому ходу.

Після закінчення робіт і при залишенні робочого місця (навіть короткочасного) верстат необхідно вимкнути.

Нормативні метеорологічні умови на ділянці забезпечуються наступними основними організаційними та інженерно-технічними міроприємствами:

- механізацією;
- застосування засобів особистої гігієни;
- правил пожежної безпеки при використанні горючих речовин, при мийних та ремонтних роботах: статичний і атмосферний струм, і т.д.

Об'єм приміщення на одного працюючого:

$$V = V_{\text{прим}} \cdot \frac{K}{N}$$

де $V_{\text{прим}}$ - об'єм приміщення, м³.

K - коефіцієнт об'єму, який враховує об'єм обладнання

$$V = 131,25 \cdot \frac{6}{1} = 787,5$$

Площа приміщення, що приходить на одного працюючого:

$$S = \frac{(f_{\text{прим}} - f)}{N}$$

де $f_{\text{прим}}$ - площа приміщення, м².

$f_{\text{заг}}$ - площа горизонтальної проекції, м²

$$S = \frac{(37,5 - 8,02)}{2} = 14,74 \text{ м}^2/\text{люд.}$$

Згідно санітарних норм $V_n = 15 \text{ м}^3$, $S_n = 4,5 \text{ м}^2$ на одного робітника, тобто розраховані показники площі і об'єму знаходяться в межах допустимих значень.

5.1.2 Електробезпека приміщення

Приміщення дільниці по переобладнанню дизелів відноситься до другого класу – приміщення з особливою небезпекою. Характеризується: наявністю струмоведучої підлоги, наявністю одночасного дотику працівників до металевих конструкцій приміщення, що мають з'єднання з землею та із металевими корпусами обладнання.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом передбачено:

- занулення усіх неструмоведучих частин обладнання;
- встановлення захисного вимикання;
- ізоляція та прокладення всіх електрокабелів в металевих трубах;

Робітники повинні здавати один раз у квартал інструктаж з техніки безпеки та електробезпеки.

Під час роботи з машинами без подвійної ізоляції для захисту працюючих від ураження електричним струмом використовують захисно-відключаючі пристрої, які автоматично відключають машину у випадку витікання струму.

5.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Оптимальні та допустимі параметри метеоумов для робочої зони виробничих приміщень, зокрема дільниці по ремонту електрообладнання важкості виконання робіт і періодів року встановлені і наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Допустимі норми температур, відносної вологості, швидості руху повітря в робочій зоні електротехнічної дільниці.

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, ε		Відносна вологість		Швидкість руху, м/с		Температура повітря зов. роб. місць	
		Діюче	Норм.	Діюче	Норм.	Діюче	Норм.	Діюче	Норм.
Теплий	Середньої важкості 2 б	24-27	Не більше 28	40-60	При 25°C < 70	0,4	0,2-0,6	18-26	28
Холодний	Середньої важкості 2 б	18-21	15-21	40-60	75	0,2	0,4	16-20	13-24

Теплове опромінення на працюючих незначне, що не перевищує нормативного значення 100 Вт/м² при опроміненні не більше ніж 25% поверхні тіла. До роботи з агрегатами і вузлами приступають коли температура їх не менше за 45°C. Температура на дільниці коливається в межах 5°C. Це підтримується опаленням взимку та вентиляцією в будь-яку пору року.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного обладнання освітлювальних пристроїв не повинні перевищувати 100 Вт/м² при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Шкідливі речовини, що найбільш часто зустрічаються на дільниці та їх гранично допустимі концентрації і порівняння з діючими значеннями наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Гранично-допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Назва речовини	ГДК мг/м ²	В повітрі роб. зони	Клас небезпеки
1	2	3	4
Алюміній та його сплави	2	0,1	3
Мідь	1/0,5	0,1	2

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4
Бензин	100	86	4
Мастила мінеральні	5	46	3
Свинець та його неорганічні сполуки	0,01/0,005	0,005	1
Спирт етиловий	100	10	4
Толуол	50	41	3
Епоксидні смоли	1	0,3	2

5.2.3 Виробниче освітлення.

Кількісні та якісні характеристики освітлення регламентовані “Природне і штучне освітлення. Норми проектування”.

Таблиця 5.3 - Нормативні значення освітлення в робочій зоні механічної дільниці

Приміщення	Площина нормування освітленості та її висота від підлоги, м	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при загальному (комб.) освітленні	
			Норм.	Діюче
По переобладнанню дизелів в газодизелі	0,8	4 а	300 (750)	200 (600)

Природне освітлення на розряд зорової роботи 4а забезпечується подвійними вікнами, штучне освітлення в приміщеннях АТП повинно задовільнити вимоги.

Коефіцієнт природнього освітлення.

$$E^4 = E_n^3 \cdot M \cdot C_k$$

де E_n^3 - нормативне значення коефіцієнтів природнього освітлення;

M - коефіцієнт світлового клімату;
 C_k - коефіцієнт сонячності клімату, 50° Пн.ш. з вікнами розташованими на захід.

$$E_4 = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,013\%$$

5.2.4 Виробничий шум

В робочій зоні механічної дільниці має місце широкополосний шум, що виходить від роботи обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в дБ на робочих місцях наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Допустимі рівні шуму

Рівні звукового тиску, дБ в октавних полосах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ (А)	
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Норм.	Діюче
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	73

Пониження шуму досягається використанням звукопоглинаючих матеріалів звукова енергія поглинається ними і перетворюється в теплову. Звукопоглинаюча облицовка стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6..8 дБ.

Санітарні норми одночисельних показників вібраційного навантаження на оператора при тривалості зміни 8 годин приведені в табл. 5.5.

Звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6-8 дБ, що відповідає зниженню його гучності в 1,5-1,8 раз. Оптимальні показники звукоізоляції досягаються при облицюванні 60%

поверхні стін і стелі звукоізоляційною огорожею встановлюються всі корпуси машин і агрегатів.

Таблиця 5.5 - Норми показників вібраційного навантаження на робітника.

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні, коректовані по частотам ієквівалентні коректованні значення			
			Вібропропускання		Віброшвидкість	
			$m \cdot c^{-2}$	дБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	дБ
Локальна	-	X_n, Y_n, Z_n	2,0	126	2,0	112
Загальна	“за”	Y_0, X_0, Z_0	0,1	100	0,2	92

Найкращі звукоізоляційні властивості мають сталь листова (середня звукоізоляція при товщині сталі 2 мм дорівнює 33 дБ), лінолеум (товщина 0,5 см – 25...30 дБ), скло (3-4 мм – 25 дБ).

В якості акустичних засобів від шуму на ділянці застосовуються засоби звукоізоляції, засоби звукопоглинання (звукопоглинаюче облицювання), засоби віброізоляції (віброізоляційні упори, пружні прокладки, засоби демпфування).

Висновок: рівень звуку на робочих місцях ділянки знаходиться в межах допустимого. Рівень вібрації знаходиться в межах допустимого.

При роботі з механічним обладнанням на ділянці по ремонту електрообладнання виникає мінімальний рівень вібрації, передбачений для даного виду обладнання і не діючий шкідливо на організм людини.

5.2.5 Виробничі випромінювання

В приміщенні ділянки по ремонту по переоблаштуванню дизелів в газодизелі передбачаються системи опалення, вентиляції, внутрішнього водопроводу, каналізації та повітрязабезпечення.

Система опалення виконується із умов забезпечення температури повітря в приміщенні в холодний та перехідний періоди року на рівні +16°C.

Опалення центральне, з місцевими нагрівними приладами, в якості теплоносія використовується гаряча вода з параметрами від 70 до 90°C.

Джерелом тепlopостачання є котельня, що знаходиться на території підприємства.

Для забезпечення нормуємих параметрів повітряного середовища встановлених виконується приточно витяжна вентиляція з механічним та природнім сполуканням. Швидкість руху повітря передбачається не менше 1 м/с. Витяжна вентиляція індивідуальна. Незалежна від інших вентиляційних систем АТП. З верхньої зони приміщення передбачається природня витяжка в об'ємі не менше одноразового повітреобміну в годину.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка психофізіологічних факторів під час проектування об'єкта будівництва здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

– зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

– сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями.

Заключна оцінка фактичних значень параметрів;

–розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

–зосередження (%за зміну) – до 5-75%;

–щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

–навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

–спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4 - 6 год.

–навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

– тривалість робочого дня – більше 8 год;

– змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Оцінка радіаційного захисту

5.3.1 Дія радіації на людину

При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

–навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;

–наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;

–випромінювання має генетичний ефект;

- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Окремі радіоактивні речовини концентруються в різних внутрішніх органах. Елементи, які акумулюються в м'яких тканинах організму, легко виділяються. Джерела α -випромінювання (радій, уран, плутоній), (3-випромінювання (стронцій, іпрірій) і γ -випромінювання (цирконій) відкладаються в кістках у вигляді хімічно зв'язаних сполук з кістковою тканиною, тому важко виводяться з організму.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання

передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямої дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

В організмі людини знаходиться 60-70% води. В результаті іонізації молекули води під впливом радіоактивних речовин утворюються вільні радикали гідроперекису (HO_2) і перекису (H_2O_2) водню, які як сильні окислювачі мають високу хімічну активність і вступають у реакції з білком, ферментами та іншими структурними елементами біологічної тканини, що призводить до зміни біологічних процесів в організмі. Внаслідок цього порушуються процеси обміну, пригнічується активність ферментних систем, затримується ріст тканин, виникають нові хімічні сполуки - токсини - сильні отрути. Все це призводить до порушення життєдіяльності окремих систем та організму в цілому. Патологічні процеси в організмі, у тому числі загибель клітин, ріст пухлин, пов'язують з хромосомними ураженнями соматичних клітин, причому рівень аутогенних ушкоджень хромосом зростає з віком людини.

5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому переховуватимуться люди розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{II}}{K_M \times (1 - K_{III}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{II} + 1)]}$$

Для розрахунку використаємо такі дані:

1. Стіни залізобетонні (50 см), маса 1 м^2 — 800 кг;

2. Стіни залізобетонні (40 см), маса 1 м^2 – 540 кг;
3. Перегородки цегляні (12 см), маса 1 м^2 – 140 кг;
4. Віконні прорізи: О-4 – $0,96\text{ м}^2$.
5. Дверні прорізи: Д-2 – $3,1\text{ м}^2$; Д-5 – $1,9\text{ м}^2$.
6. Маса 1 м^2 міжповерхового перекриття – 690 кг/м^2 .
7. Висота підвіконників – 1,5 м;
8. Площа підлоги для розрахунку приміщення – 306 м^2 ;
9. Висота приміщення – 2,9 м;
10. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення – 24 м;
11. Плоскі кути:

Кут $\alpha_1 = 57^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (40 см) площею $37,7\text{ м}^2$ з прорізом площею $5,8\text{ м}^2$;
- стіна залізобетонна (50 см) площею $37,7\text{ м}^2$ з прорізом площею 5 м^2 .

Кут $\alpha_2 = 123^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (50 см) площею $69,6\text{ м}^2$.

Кут $\alpha_3 = 57^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (50 см) площею $37,7\text{ м}^2$ з прорізом площею $4,4\text{ м}^2$;
- стіна залізобетонна (50 см) площею $37,7\text{ м}^2$.

Кут $\alpha_4 = 123^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (50 см) площею $69,6\text{ м}^2$ з прорізом площею $7,7\text{ м}^2$.

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 57^\circ$.

Маса 1 м^2 стіни залізобетонної (40 см) площею $37,7\text{ м}^2$ з прорізом площею $5,8\text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,8}{37,7} = 0,15, G_{38} = 540(1 - 0,15) = 459 \text{ (кг)}.$$

Маса 1 м² стіни залізобетонної (50 см) площею 37,7 м² з прорізом площею 5 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5}{37,7} = 0,13, G_{38} = 800(1 - 0,13) = 696 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м² стін і перегородок плоского кута α_1

$$G_{\Sigma}^1 = 459 + 696 = 1155 \text{ (кг)}.$$

Кут $\alpha_2 = 123^\circ$.

Маса 1 м² стіни залізобетонної (50 см) площею 69,6 м²

$$G_{38} = 800 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м² стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^2 = 800 \text{ (кг)}.$$

Кут $\alpha_3 = 57^\circ$.

Маса 1 м² стіни залізобетонної (50 см) площею 37,7 м² з прорізом площею 4,4 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{4,4}{37,7} = 0,11, G_{38} = 800(1 - 0,11) = 712 \text{ (кг)}.$$

Маса 1 м² стіни залізобетонної (50 см) площею 37,7 м²

$$G_{38} = 800 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м² стін плоского кута α_3

$$G_{\Sigma}^3 = 712 + 800 = 1512 \text{ (кг)}.$$

Кут $\alpha_4 = 123^\circ$.

Маса 1 м² стіни залізобетонної (50 см) площею 69,6 м² з прорізом площею 7,7 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{7,7}{69,6} = 0,11, G_{36} = 800(1 - 0,11) = 712 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м² стін плоского кута α_4

$$G_{\Sigma}^4 = 712 \text{ (кг)}.$$

Сумарні маси 1 м² стін і перегородок проти плоских кутів приміщення

$$G_{\Sigma}^1 = 1155 \text{ (кг)}; G_{\Sigma}^2 = 800 \text{ (кг)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 1512 \text{ (кг)}; G_{\Sigma}^4 = 712 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса стін і перегородок проти першого і третього плоских кутів приміщення більше 1000 кг/м², тому коефіцієнт K_1 , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами складе

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 246} = 1,28.$$

За мінімальною сумарною масою стін $G_{\text{сер}} = 712 \text{ кг/м}^2$ визначаємо коефіцієнт $K_{\text{ст}} = 134$.

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання $K_{\text{ш}} = 0,47$ (висота приміщення складає 2,9 м).

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги більше 0,8 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\text{II}}} = 0,8 \frac{12,7}{306} = 0,03,$$

де $S_0 = 12,7 \text{ м}^2$ – загальна площа віконних перерізів приміщення, що

виходять на вулицю; $S_{\Pi} = 306 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будинку, розташованому районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M=0,55$.

Коефіцієнт, що враховує кратність послаблення радіації перекриттям підвалу $K_{\Pi}=800$.

Тоді

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{\Pi}}{K_M \times (1 - K_{Ш}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{\Pi} + 1)]} =$$

$$= \frac{0,77 \times 1,28 \times 134 \times 800}{0,55 \times (1 - 0,47) \times [(0,03 \times 134 + 1) \times (800 + 1)]} = 90,1$$

Проведені для приміщення підвального поверху розрахунки показали, що коефіцієнт протирадіаційного захисту цього приміщення складає 90,1, тому дане приміщення можна використати як протирадіаційне укриття для чого необхідно забезпечити можливість герметизації приміщення та встановити фільтровентиляційну систему.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження вирішене важливе завдання щодо удосконалення способу корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом.

За результатами виконання роботи були отримані результати:

1. Під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проаналізовано шляхи покращення ефективності функціонування автотранспортного підприємства. Була проведена загальна характеристика даного автотранспортного підприємства, визначили з якою метою воно було створене та який предмет діяльності підприємства. Було проаналізовано та проведено перелік рухомого складу підприємства, та розглянуто інтенсивність експлуатації визначених типів транспортних засобів.

2. Проаналізовано теоретичні підходи щодо визначення витрат палива в залежності від пробігу транспортних засобів. Розглянуто методики дослідження зміни витрати палива автомобільних транспортних засобів в залежності від пробігу автомобіля. Також було проведено аналіз дизельних установок на газовому паливі, обґрунтовано вибір системи подачі палива і регулювання частоти обертання газодизелів.

3. Здійснена класифікація альтернативних енергоносіїв, які можуть використовуватися в силових установках вантажних автомобілів та зроблено аналіз основ побудови дизельних установок на газовому паливі і вибір напрямку їх розвитку.

4. В другому розділі роботи наведена математична модель системи «Водій - автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище», приведено основні рівняння математичної моделі. Розроблені алгоритми і програми для проведення обчислювальних експериментів.

5. В третьому розділі наведено результати дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу. Визначена частка заміни дизельного палива природним газом при перевезенні вантажу автомобілем МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236 переобраднаним на роботу за газодизельним циклом.

6. В четвертому розділі роботи було проведено техніко-економічна оцінка доцільності використання наданих рекомендації на автотранспортних підприємствах щодо використання газодизелів на вантажних автомобілях.

7. В п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, а також проведено аналіз основних проблем з безпеки в надзвичайних ситуаціях, організаційно-управлінських заходів запобігання і усунення надзвичайної ситуації на об'єкті.

8. Достовірність отриманих наукових результатів підтверджується коректною постановкою задач, використанням апробованого математичного апарату і збігом теоретичних результатів з даними, отриманими експериментальним шляхом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Генкин К.И. Газовые двигатели. / К.И. Генкин / - М.: Машиностроение, 1977. - 196 с.
2. Долганов К.Е. Применение электронных систем управления газодизеля / К.Е.Долганов // Автошляховик України. - 1994. N3. - С. 20 - 23.
3. Электронная система впрыскивания метана для двухтопливного дизеля. /N.J.Beck, W.P.Johnson, A.F.George, P.W.Petersen, B.van der Lee, G.Klopp. Elektronik Fuel Injection for Dual Fuel Diesel Methane / SAE Technical Paper Series, 891652, Canada, August 7 - 10, 1989. - 11 с.
4. Системы питания и регулирования газодизелей с электронными регуляторами частоты вращения / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Колесников, А.А.Лисовал, В.В.Кухтик, И.В.Парсаданов;/ Укр. трансп. ун-т. - Киев, 1996. - 27 с.: ил. - Библиогр.: 15 назв. - Рус.- Деп. в ГНТБ Украины 22.01.96 N350-Ук96
5. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. / Г.Н.Абрамович / - М.: Наука, 1976. -888 с.
6. Ахмедов Р.Б. Технология сжигания горючих газов и жидких топлив. / Р.Б.Ахмедов, Л.М.Цирульников / Л., Недра, 1984. 283 с.
7. Афросимова В.Н.. Экспериментальное исследование эффективности горения газового топлива. / В.Н.Афросимова, М.А.Поляцкин / - Тр. ЦКТИ, 1987, № 76, с. 25-42.
8. Регулятор частоты вращения с гидроусилителем / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, А.А.Лисовал, В.В.Кухтик, Ю.И Колесник./ - Інформаційний листок № 081-97. - Киев: КиевЦНТЭИ, 1997. - 4 с.
9. Долганов К.Е. Регулятор частоты обертання газодизеля з гідропідсилювачем / К.Є.Долганов, А.П.Поляков, А.А.Лісовал, В.В.Кухтік, Ю.І Колесник./ Експрес - новини: наука, техніка, виробництво. - №11-12. - 1997, - С. 34

10. Бузанов А.А. Учебное пособие моториста ВМФ. / А.А.Бузанов, А.А.Печатин / - М.: ДОСААФ, 1991. - 231 с.

11. Провести исследования и разработать технические требования на газовую аппаратуру для газодизелей: Отчет о НИР по х/д N 195 (заключит.) / Киевск. автомоб.-дор. ин-т (КАДИ); Руководитель К.Е.Долганов - N ГР-0194U011928; инв. № 0294U001197. - Киев, 1993.- 138 с.

12. Гидроусилитель для привода затвора дозатора газа газодизеля / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, А.А.Лисовал, Н.М.Мартыненко, Ю.И.Колесник / - Інформаційний листок № 178-97. - Киев: КиевЦНТЭИ, 1997. - 4 с.

13. Двухступенчатый редуктор низкого давления для системы питания газодизеля с подачей газа под избыточным давлением / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Колесников, Ю.И.Колесник / - Інформаційний листок № 062-97. - Киев: КиевЦНТЭИ, 1997. - 3 с.

14. Долганов К.Е. Двоступінчастий редуктор низького тиску для системи живлення газодизеля з подаванням газу під надлишковим тиском / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Колесников, Ю.И.Колесник / Експрес - новини: наука, техніка, виробництво. - №11-12. - 1997, - С. 33

15. Колесник Ю.И. Газовый редуктор для подачи газа под избыточным давлением / Ю.И.Колесник / Труды ТГАТА, том 2, вып. 2.- Мелитополь, 1997. - С. 14-17.

16. Дозатор газа с коническим затвором для системы питания газодизеля / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Колесников, Ю.И.Колесник / - Інформаційний листок № 061-97. - Киев: КиевЦНТЭИ, 1997. - 3 с.

17. Долганов К.Е. Дозатор газу для системи живлення газодизелів / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Колесников, Ю.И.Колесник / Експрес - новини: наука, техніка, виробництво. - №11-12. - 1997, - С. 32-33

18. Автотракторное оборудование и приборы. Номенклатурный каталог НК03.00. - М.: НИИАВТОПРОМ, 1986. - 147 с.

19. Звонов В.А. Определение теплоты сгорания смесевых углеводородных топлив / В.А.Звонов, В.А.Гречка, В.Ю.Баранов // Двигатели внутр. сгорания. - 1995. - вып. 55. - С. 201-213

20. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива: Справочное пособие. / А.С.Иссерлин /- Л.: Недра, 1987. - 336 с.

21. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. Технические условия. -М.: Изд-во стандартов, 1986. - 7 с.

22. Автомобильные двигатели. Основы теории поршневых двигателей: Учеб. пособие / К.Е. Долганов. - К.: УМК ВО;1990.- 80 с.

23. ГОСТ 27577-87 Газ природный топливный сжатый для газобаллонных автомобилей. Технические условия. Изд-во стандартов, 1988. - 6 с.

24. Математическая модель системы «Водитель-автомобиль с газодизелем-дорога-окружающая среда» / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, З.И.Краснокутская, В.В.Кухтик, А.А.Лисовал; Укр. трансп. ун-т. - Киев, 1996. - 39 с.: ил. - Библиогр.: 28 назв. - Рус. - Деп. в ГНТБ Украины 14.10.96, №1881-Ук96

25. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. / Т.М.Башта / - М.: Машиностроение, 1971. - 672 с.

26. Кузовлев В.А. Техническая термодинамика и основы теплопередачи. / В.А.Кузовлев / - М.: Высшая школа, 1985. - 303 с.

27. Головинцев А.Г. Техническая термодинамика и теплопередача. / А.Г.Головинцев, В.Н.Юдаев, Е.И.Федоров / - М.: Машиностроение, 1990. - 295 с.

28. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. / Т.М.Башта / - М.: Машиностроение, 1972. - 320 с.

29. Системы питания и регулирования газодизелей с двухрежимными регуляторами частоты вращения / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Колесников, А.А.Лисовал, В.В.Кухтик, И.В.Парсаданов;/ Укр. трансп.

ун-т. - Киев, 1996. - 32 с.: ил. - Библиогр.: 18 назв. - Рус.- Деп. в ГНТБ Украины 25.01.96 N 362-Ук96

30. Гутаревич Ю.Ф. Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей. / Ю.Ф.Гутаревич / - К.: Урожай, 1989. - 224 с.

31. Двигатели ЯМЗ-236, ЯМЗ-238 / Г.Д. Чернышев, М.В. Ершов, Д.Н. Крашенников, Я.Б. Письман, Г.И. Созинов. - М.: Машиностроение, 1968. - 230 с.

32. Поляков А.П. Расчетные внешние скоростные характеристики газодизеля ЯМЗ-236ГД / А.П.Поляков, Ю.И.Колесник, Н.М.Мартиненко // Труды Таврической Государственной агротехнической академии. Том 3. Выпуск 2. Отраслевое машиностроение. - Мелитополь, ТГАТА, 1998. - С. 48-52.

33. Поляков А.П. Вплив розміру тиску газів в другій ступені РНТН на запас обертального моменту автомобільного газодизеля: / А.П.Поляков, Ю.И.Колесник, Н.М.Мартиненко / Зб. научн. тр. - К.: КИСВ, 1998. - С. 269 - 272.

34. Исследование разгонов автомобиля с газодизелем на математической модели / К.Е.Долганов, А.П.Поляков, В.В.Кухтик, А.А.Лисовал З.И. Краснокутская / Украинск. Трансп. ун-т (УТУ) - Киев, 1996. - 51 с.: ил. - Библиограф.: 22 назв. - Рус. - Деп. В ГНТБ Украины 23.10.96, N 1975 - Ук96

35. Автомобілі з бензогазовими двигунами і газодизелями: особливості конструкції і технічного обслуговування / К.Е. Долганов, А.Г. Говорун, О.Э. Пятничко та ін. - К.: Техніка, 1991. - 128 с.

36. Карницкий В.В. Газодизельные модификации //Автомобильная промышленность. /В.В.Карницкий, Т.Р.Филипосянц / - 1988. - N 11.- С. 26-28.

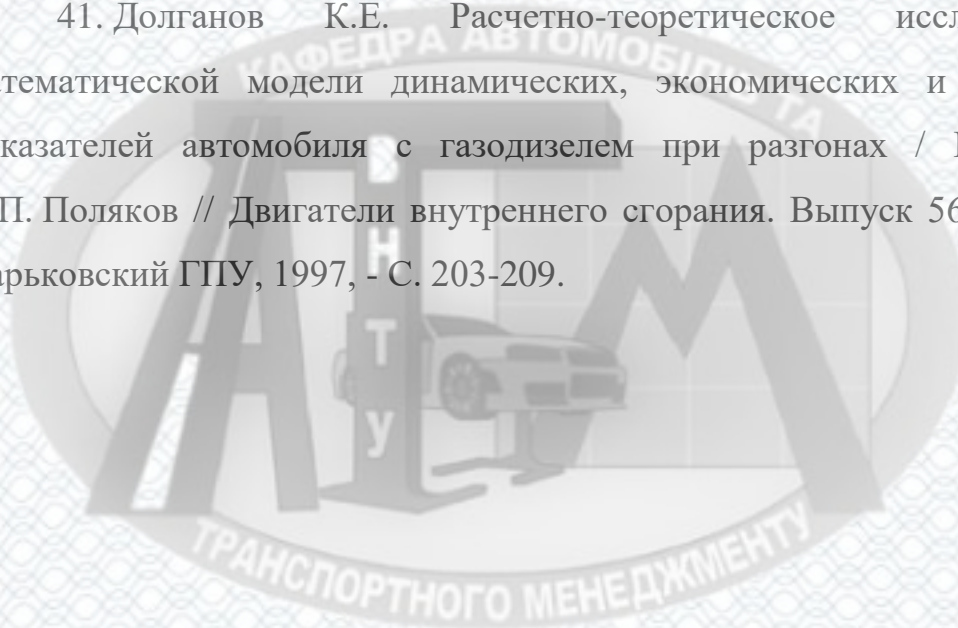
37. Долганов К.Е. Переоборудование дизелей ЯМЗ в газодизели / К.Е.Долганов, С.А.Ковалев, В.В.Кухтик // Автошляховик України. - 1993. - №2. - С. 13-16.

38. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях. / Ю.Ф.Гутаревич /- К.: Вища школа, 1991. – 179 с.

39. ГОСТ 17.2.2.01-84 Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.

40. Бортницкий П.И. Тягово-динамические качества автомобилей. / П.И. Бортницкий, В.И. Задорожный /- К.: Вища школа, 1978. - 176 с.

41. Долганов К.Е. Расчетно-теоретическое исследование на математической модели динамических, экономических и экологических показателей автомобиля с газодизелем при разгонах / К.Е. Долганов, А.П. Поляков // Двигатели внутреннего сгорания. Выпуск 56-57. - Харьков, Харьковский ГПУ, 1997, - С. 203-209.



ДОДАТКИ



ДОДАТОК А

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

ПВГОДЖЕНО

Керівник або заступник

(назва підприємства або ініціали та _____
 прізвище)

(підпис)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТМ

д.т.н., проф. В.В. Біліченко

“ ____ ” _____ 20__ р.

« ____ » _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**на виконання магістерської кваліфікаційної роботи**

на тему: Дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу в умовах автотранспортного підприємства

08-29.МКР.017.00.000.ТЗ

Науковий керівник: д.т.н., професор кафедри АТМ
 наук. ступінь, вчене звання (посада)

_____ Поляков А.П.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи _____ 1ТТ-19м
 назва групи

_____ Свідерський О.В.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця 2020 р.

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)
наказ № 214 по ВНТУ від «25» вересня 2020 р. про затвердження теми МКР.

2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для вирішення питань підвищення ефективності використання вантажних автомобілів.

Мета роботи: підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом.

Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:

1. Аналіз методик дослідження зміни витрати палива автомобільних транспортних засобів в залежності від пробігу автомобіля.

2. Аналіз переведення дизельних установок вантажних автомобілів на роботу на газовому паливі.

3. Вибір системи подачі палива і регулювання частоти обертання газодизелів вантажних автомобілів.

4. Удосконалення математичної моделі вантажних автомобілів з універсальним регулятором газодизеля.

5. Проведення дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу.

6. Розробка удосконаленого способу корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом.

7. Обґрунтування практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства.

3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи

Вимоги до перевезення вантажів автотранспортними підприємствами (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки

руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автомобільного парку автотранспортного підприємства; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі вантажних автомобілів – автомобілі МАЗ-5335, які обладнані газодизелями; об'єкт дослідження – система функціонування автотранспортного підприємства, предмет дослідження – показники функціонування автотранспортного підприємства; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Виконавець МКР – Свідерський Олександр Вікторович, ст. гр. 1ТТ-19м.

5. Вимоги до виконання МКР

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно – удосконалити спосіб корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом, удосконалити математичну модель системи «Водій – автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище», розробити удосконалений спосіб корегування витрати палива на автотранспортному підприємстві під час перевезення вантажів при переведенні дизелів вантажних автомобілів на роботу за газодизельним циклом, отримано аналітичні залежності математичної моделі системи «Водій – автомобіль з газодизелем - дорога - навколишнє середовище» та розробити рекомендації по щодо підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства.

6. Етапи МКР і терміни їх виконання

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> • Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації • Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання • Вибір напрямку дослідження • Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження • Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР 	29.09-04.10.2020	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> • Аналіз шляхів покращення ефективності функціонування автотранспортного підприємства. 	08.10-14.10.2020	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> • Математична модель вантажних 	15.10-	Розділ 2

	автомобілів з універсальним регулятором газодизеля.	28.10.2020	
	<ul style="list-style-type: none"> Дослідження впливу на техніко-економічні та екологічні показники вантажних автомобілів застосування газодизелів при перевезенні вантажу. 	29.10-08.11.2020	Розділ 3
	<ul style="list-style-type: none"> Техніко-економічна оцінка доцільності використання наданих рекомендації на автотранспортних підприємствах. 	09.11-21.11.2020	Розділ 4
	<ul style="list-style-type: none"> Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 	02.11-21.11.2020	Розділ 5
	<ul style="list-style-type: none"> Складання висновків за результатами досліджень. 	16.11-21.11.2020	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint. Одержання відзиву наукового керівника та рецензії 	25.11-11.12.2020	Ілюстративний матеріал, презентація

7. Очікувані результати

На основі одержаних наукових результатів отримати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства при перевезенні вантажів автомобілями МАЗ-5335 з газодизелями ЯМЗ-236ГД.

8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 28 вересня 2020 р.

Граничний термін закінчення робіт – 30 листопада 2020 р.

