

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

**Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи**

*магістр*

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація зони діагностування вантажних автомобілів»

ХАІ.107.163т.220.274.1801063.ПЗ

Виконав: здобувач (ка) 2 курсу групи № 163т

Галузь знань 27 Транспорт

(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний

транспорт»

(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та автомобільне

господарство

(найменування)

Савенко І.О.

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Болдовський В.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Аргун Щ.В.

Харків – 2024

## ЛИСТ ЗАВДАННЯ

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 78 с., 15 рис., 11 табл., 19 джерел.

Мета роботи – модернізація зони діагностування вантажних автомобілів.

Об'єкт дослідження – процес виконання діагностичних робіт вантажних автомобілів.

Метод дослідження – порівняльний аналіз; теоретичні розрахунки.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз стендів з біговими барабанами та обрано оптимальну його схему. Стенд дозволяє проводити перевірку тягово-гальмівних якостей вантажних автомобілів (як двовісних, так і тривісних).

При виконанні кваліфікаційної роботи було проаналізовано виробничо-технічну базу автотранспортного підприємства, виконано технологічний розрахунок з урахуванням реальної кількості рухомого складу.

На основі аналізу стендів розроблено барабанний комбінований стенд несиметричної схеми.

Розроблено заходи з охорони праці в зоні діагностування.

У кваліфікаційній роботі виконано техніко-економічну оцінку ефективності капітальних вкладень, здійснено розрахунок стендових нормативів випробувань гальмівних систем великовантажних автомобілів.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Конструкторський розділ .....	7
1.1 Характеристика автотранспортного підприємства.....	7
1.2 Територія підприємства, кількість та модифікації автомобілів .....	7
1.3 Оцінка виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства.....	11
1.4 Стенд з біговими барабанами призначення та параметри, що перевіряються .....	14
1.5 Влаштування стенду .....	15
2 Технологічний розділ.....	23
2.1 Розрахунок виробничої програми .....	23
2.1.1 Зведення автомобілів до однієї марки .....	23
2.1.2 Коректування нормативів пробігу до капітального ремонту і періодичність взаємодій .....	25
2.1.3 Коректування періодичності і пробігу до капітального ремонту .....	25
2.1.4 Визначення періодичності щоденного обслуговування і діагностування.....	26
2.1.5 Розрахунок кількості впливів за цикл для одного автомобіля .....	26
2.1.6 Розрахунок коефіцієнта переходу від циклу до року.....	27
2.1.7 Розрахунок числа взаємодій за рік для одного автомобіля .....	28
2.1.8 Розрахунок річного числа впливів для всього парку автомобілів .....	29
2.1.9 Розрахунок добової кількості взаємодій за видами профілактичного обслуговування .....	30
2.1.10 Розрахунок нормативних трудомісток .....	30
2.1.11 Розрахунок річного об'єму робіт.....	31
2.2 Розрахунок виробничих і допоміжних робочих .....	33
2.3 Розрахунок числа постів і ліній .....	35
2.4 Розрахунок числа міст очікування і ремонту автомобілів.....	37
2.5 Розрахунок площ виробничо-складських приміщень .....	38
2.5.1 Розрахунок площ виробничих приміщень.....	38
2.5.2 Розрахунок площ зон .....	39
2.5.3 Розрахунок площ складських приміщень .....	39
2.5.4 Розрахунок площі зони зберігання.....	40
3 Модернізація зони діагностування вантажних автомобілів .....	41
3.1 Загальні положення.....	41

3.2 Призначення та характеристика зони діагностування .....	42
3.3 Взаємодія в автомобіля зі стендом з біговими. Огляд стендів для перевірки гальм тривісних автомобілів .....	43
3.4 Вимоги до стендів .....	45
3.5 Теоретичне дослідження силової взаємодії тривісного автомобіля зі стендом .....	48
3.6 Аналіз поздовжньої стійкості тривісного автомобіля на барабанному стенді .....	59
4 Охорона праці та навколишнього середовища .....	63
4.1 Вимоги безпеки до території, виробничих та допоміжних приміщень.....	63
4.2 Приміщення для профілактичного обслуговування та ремонту автомобілів .....	64
4.3 Приміщення та майданчики для зберігання автомобілів.....	65
4.4 Оглядові канали.....	65
4.5 Освітлення та електробезпека.....	66
4.6 Опалення та вентиляція .....	68
4.7 Водопостачання .....	69
4.8 Санітарно-побутові приміщення .....	69
5 Техніко-економічна оцінка проектних рішень.....	70
5.1 Розрахунок суми капіталовкладень.....	70
5.2 Визначення джерела фінансування .....	71
5.3 Розрахунок додаткового балансового прибутку.....	71
5.4 Аналіз стійкості проекту .....	74
Висновки .....	76
Перелік посилань.....	77
Додаток А – Ілюстраційний матеріал .....	79

## ВСТУП

Автомобільний транспорт грає істотну роль в транспортному комплексі країни, регулярно обслуговуючи багато підприємств, організацій та інших клієнтів громадського господарства, і навіть населення. Одночасно автомобільний транспорт є основним споживачем ресурсів, що витрачаються транспортним комплексом: 66% палива нафтового походження, 70% трудових ресурсів і приблизно половини всіх капіталовкладень.

Для підвищення ефективності автомобільного транспорту необхідно прискорювати створення впровадження передової техніки та технології, покращувати умови праці та побуту персоналу, підвищувати його кваліфікацію та зацікавленість у результатах праці, розвивати нові види транспорту, підвищувати темпи оновлення рухомого складу та інших технічних засобів, зміцнювати матеріально-технічну та ремонтну бази, підвищувати рівень комплексної механізації вантажно-розвантажувальних та ремонтних робіт. Одночасно треба підвищувати безпеку руху, знижувати негативний вплив транспорту на навколишнє середовище.

Однією з найважливіших проблем, що стоять перед автомобільним транспортом, є підвищення експлуатаційної надійності автомобілів [1]. Вирішення цієї проблеми, з одного боку, забезпечується автомобільною промисловістю за рахунок випуску більш надійних автомобілів, з іншого – удосконаленням методів технічної експлуатації та діагностики автомобілів. вимагати створення необхідної виробничої бази для підтримки рухомого складу у справному стані, широкого застосування прогресивних та ресурсозберігаючих технологічних процесів ТО та ремонту, ефективних засобів механізації, роботизації та автоматизації промислових процесів, підвищення кваліфікації персоналу, розширення будівництва та покращення якості доріг.

Відмінна риса запропонованого шляху вирішення проблеми ефективної технічної експлуатації – діагностування, обслуговування та ремонт автомобілів за станом. У кваліфікаційній роботі пропонується комплекс заходів, спрямованих на усунення причин, що знижують експлуатаційну надійність і викликають непотрібні ремонти за рахунок впровадження нової тактики підтримки працездатності автомобілів за результатами систематичного діагностування стану кожного з них.

# 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика автотранспортного підприємства

Основним видом діяльності підприємства є надання послуг з вантажних та пасажирських перевезень, а також послуг з ремонту та обслуговування автотранспорту, перевезення негабаритних вантажів територією України.

Стратегічні цілі підприємства його визначаються так: стабілізація фінансового стану підприємства та підвищення рентабельності виробництва.

Основний спосіб досягнення поставлених стратегічних цілей: покращення структури підприємства та якості управління.

До недоліків можна віднести велике зношування рухомого складу.

Підприємство має можливості для збільшення обсягів виробництва за рахунок розвитку додаткових послуг з технічного обслуговування та ремонту автомобілів сторонніх організацій та фізичних осіб.

## 1.2 Територія підприємства, кількість та модифікації автомобілів

Підприємство має наступні площі:

- стоянка для зберігання автомобілів – 10000 м<sup>2</sup>;
- гаражі – 260 м<sup>2</sup>;
- площа виробничих забудов – 90 м<sup>2</sup>;
- загальна площа – 30000 м<sup>2</sup>.

Марочний склад парку автомобілів представлений у таблиці 1.1.

Конструктивні особливості вантажних автомобілів:

Автомобілі КрАЗ [3, 4]:

Передня підвіска. Передня підвіска автомобіля виконана на двох поздовжніх напівеліптичних ресорах. Ресори встановлені на гумових подушках в кронштейнах рами автомобіля і працюють спільно з двома телескопічними гідравлічними амортизаторами. При установці ресори в подушки і затягуванні кришок слід випрямляти ресору, застосовуючи домкрат або спеціальне пристосування.

Двигуни підвищеної потужності об'ємом 9 літрів Ford-Ecotorcq 9.0L 360PS, встановлені на автомобілі КрАЗ (рисунок 1.1), спроектовані, розроблені і вироблені за новітньою технологією і є найкомпактнішими у своєму класі [5].

Таблиця 1.1 – Марочний склад автопарку

Модель автомобіля	Середня кількість Асп, од.
Вантажні автомобілі	
КрАЗ-7133	22
КрАЗ-Н23.2	13
IVECO Trakker AD380T 38H	4
IVECO Trakker AT380T54 WT EZ275	17
MAN TGS	3
MAN TGA	12
КрАЗ-5401	11
КрАЗ-7140	31
КрАЗ-6511	9
Volvo FH	3
КрАЗ Н12	11
Автобуси	
ЛАЗ-183 AeroLAZ	15
ЛАЗ-5208	20
MAN A21	7
Всього:	178



Рисунок 1.1 – Автомобіль фірми КрАЗ



### Автомобілі MAN:

Вантажівки виготовляються з колісною формулою 4x2. Підвіска – на параболічних ресорах, ззаду для всіх класів автомобілів по тоннажу може встановлюватися пневмопідвіска з діапазоном вертикального переміщення до 200 мм.

Вантажівки TGS обладнані двигунами D20 і D26 Common Rail із загальною паливною магістраллю і потужністю від 320 до 540 к.с. Двигуни доступні як у версії Euro 4, так і у версії Euro 5 (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Автомобіль фірми MAN

### Автомобілі VOLVO:

Пневматична підвіска (Air Suspension): Ця система використовує повітряні пружини для підтримки та амортизації автомобіля. Вона дозволяє регулювати висоту підвіски, що може бути корисним при завантаженні або для підвищення прохідності.

Механічна підвіска (Mechanical Suspension): Це більш традиційний тип підвіски, що використовує пружини, амортизатори та інші механічні елементи для забезпечення комфорту та керованості транспортного засобу.

Ресорна підвіска (Leaf Spring Suspension): Цей тип підвіски використовує листові пружини, які можуть бути встановлені на задній вісі для забезпечення підтримки та стабільності.

Встановлюються двигуни типу D13K або G13C\* стандарту євро 5 та 6 потужністю від 420 до 540 к.с (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Автомобіль фірми VOLVO

Автобуси MAN:

Гідравлічна підвіска (Hydraulic Suspension): Деякі автобуси можуть мати гідравлічну підвіску, яка використовує рідину під тиском для амортизації та підтримки. Це може забезпечити підвищений рівень комфорту та стабільності на дорозі.

Незалежна підвіска (Independent Suspension): MAN може також використовувати незалежну підвіску, яка дозволяє кожному колесу рухатися незалежно, що може покращити керуваність та комфорт пасажирів.

D08: Це дизельний чотирициліндровий двигун, який часто використовується в автобусах MAN (рисунок 1.4). Він доступний у різних варіантах потужності та обсягу, і може бути оснащений турбонадувом для підвищення продуктивності. Такі двигуни зазвичай мають об'єм від 4,6 до 6,9 літрів.



Рисунок 1.4 – Автобус фірми MAN

### 1.3 Оцінка виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства

Виконаємо аналіз забезпеченості підприємства виробничими робочими постами, виробничими ділянками, стоянками, територією.

Для підприємства, умови експлуатації і параметри якого відрізняються від еталонних, визначення показників проводиться за допомогою коефіцієнтів, які враховують вплив наступних факторів [8]:

$b_1$ , – коефіцієнт, враховуючи списочне число технічно сумісних рухомого складу;

$b_2$  – коефіцієнт, враховуючий тип рухомого складу;

$b_3$  – коефіцієнт, враховуючий наявність причепного складу;

$b_4$  – коефіцієнт, враховуючий середньодобовий пробіг;

$b_5$  – коефіцієнт, враховуючий категорію умов експлуатації;

$b_7$  – коефіцієнт, враховуючий кліматичний район.

Таблиця 1.2 – Питомі техніко-економічні показники для еталонних умов на 1 автомобіль

Показник	Значення
1 Число виробничих робочих, люд	0,32
2 Число робочих постів, од.	0,10
3 Площа виробничо-складських приміщень, м <sup>2</sup>	19,00
4 Площа стоянки на одне місце зберігання, м <sup>2</sup>	37,20
5 Площа території, м <sup>2</sup>	120,00

### 1.3.1 Визначення забезпеченості територій

Визначаємо еталонне значення показника:

$$S_{m.y.\partial^p} = S_{m.y.\partial^{зм}} \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_5 \cdot b_6 \cdot b_7, \quad (1.1)$$

$$b_1 = 1,13; \quad b_2 = 0,65; \quad b_3 = 0,96; \quad b_4 = 0,98;$$

$$b_5 = 1,25; \quad b_6 = 1,01; \quad b_7 = 0,89.$$

$$S_{m.y.\partial^p} = 120 \cdot 1,13 \cdot 0,65 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot 1,25 \cdot 1,01 \cdot 0,89 = 93,2 \text{ м}^2/\text{авт}$$

Знаходимо фактичні значення показника

$$S_{m.y.\partial^p} = S_{m\phi} / A_c, \quad (1.2)$$

$$S_{m.y.\partial^p} = 30000 / 201 = 149,3 \text{ м}^2/\text{авт}.$$

### 1.3.2 Визначення забезпеченості площею стоянки

Визначаємо значення питомого показника:

$$S_{cm.y.\partial^p} = S_{y\partial.cm^u} \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_5, \quad (1.3)$$

$$b_2 = 0,89 \quad b_3 = 1,11 \quad b_5 = 1,29,$$

$$S_{cm.y.\partial^p} = 37,2 \cdot 0,89 \cdot 1,11 \cdot 1,29 = 47,4 \text{ м}^2/\text{авт}.$$

Визначимо значення фактичного показника:

$$S_{cm.y\partial^{\phi}} = S_{m.\phi} / A_c \quad (1.4)$$

$$\frac{S_{cm.y\partial^{\phi}} = 10000}{201} = 49,8 \text{ м}^2/\text{авт.}$$

### 1.3.3 Визначення забезпеченості виробничо-складськими приміщеннями

Визначаємо значення питомого показника:

$$S_{nc.y\partial^p} = S_{nc.y\partial^H} \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_5 \cdot b_6 \cdot b_7, \quad (1.5)$$

$$b_1 = 1,25; \quad b_2 = 0,89; \quad b_3 = 0,99; \quad b_4 = 0,98;$$

$$b_5 = 1,18; \quad b_6 = 1,04; \quad b_7 = 0,71.$$

$$S_{nc.y\partial^p} = 19,00 \cdot 1,25 \cdot 0,89 \cdot 0,99 \cdot 0,98 \cdot 1,18 \cdot 1,04 \cdot 0,71 = 17,86 \text{ м}^2.$$

Визначимо значення фактичного показника

$$S_{nc.y\partial^{\phi}} = S_{nc.\phi} / A_c \quad (1.6)$$

$$\frac{S_{nc.y\partial^{\phi}} = 4400}{201} = 21,9 \text{ м}^2/\text{авт.}$$

### 1.3.4 Визначення забезпечення робочими постами

Визначаємо значення питомого показника

$$X_{n.y\partial^p} = X_{n.y\partial^H} \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_6 \cdot b_7, \quad (1.7)$$

$$b_1 = 1,1; \quad b_2 = 0,89; \quad b_3 = 0,85; \quad b_4 = 0,89; \quad ; b_6 = 1,20; \quad b_7 = 0,89;$$

$$X_{n.y\partial^p} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,89 \cdot 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,20 \cdot 0,89 = 0,079 \text{ пост/авт.}$$

Визначення значення фактичного показника

$$X_{n.y\partial^{\phi}} = \frac{X_n^{\phi}}{A_c}, \quad (1.8)$$

$$X_{n.y\partial^{\phi}} = \frac{12}{201} = 0,06 \text{ пост/авт.}$$

1.3.5 Визначення забезпеченості продуктивними працівниками  
Визначення значення питомих показників для еталонних умов:

$$N_{np,yd^p} = N_{np,yd^u} \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_6 \cdot b_7, \quad (1.9)$$

$$b_1 = 1,15; \quad b_2 = 0,89; \quad b_3 = 1,09; \quad b_4 = 0,86; \quad b_6 = 1,27; \quad b_7 = 0,79.$$

$$N_{np,yd^p} = 0,32 \cdot 1,15 \cdot 1,09 \cdot 0,86 \cdot 1,27 \cdot 0,79 = 0,34 \text{ люд/авт.}$$

Визначимо значення фактичного показника

$$N_{np,yd^{\Phi}} = N_{np,\Phi} / A_c \quad (1.10)$$

$$N_{np,yd^{\Phi}} = 42/201 = 0,21 \text{ люд. авт.}$$

Як видно з представлених розрахунків, фактичні площі виробничо-складських приміщень, стоянки та території перевищують еталонні, тобто спостерігається надлишок площ, як для стоянок транспортних засобів, так і виробничо-складських приміщень.

Мета кваліфікаційної роботи – створення на підприємстві діагностичного комплексу для обслуговування вантажних автомобілів.

Цей комплекс необхідний підприємствам і транспортним господарствам в окрузі, які мають рухомий склад, але не мають виробничо-технічної бази.

#### **1.4 Стенд з біговими барабанами призначення та параметри, що перевіряються**

Стенд призначений для перевірки та діагностування двигуна, трансмісії гальмівних систем, спідометра і тахометра за наведеними нижче параметрами.

- тягова сила на провідних колесах середнього моста;
- тягова сила на провідних колесах заднього моста;
- зовнішня сила, необхідна для обертання барабанів із встановленими на них колесами переднього моста (оцінюється затяжка підшипників маточини та наявність зазорів між гальмівними накладками та гальмівними барабанами);
- зовнішня сила, необхідна для обертання барабанів із встановленими на них колесами візка, а також роз'єднаної трансмісії (оцінюється затяжка

підшипників маточок; наявність зазорів між гальмівними накладками і гальмівними барабанами; втрати на тертя і перемішування олії в роз'єднаній трансмісії - при роз'єднаному зчепленні включених передачах або при нейтральному положенні важеля коробки);

- витрата палива двигуном (з використанням витратоміра) на включений - токсичність відпрацьованих газів (з використанням димоміру) у різних навантажувально-швидкісних режимах;

- шуми в трансмісії (з використанням стетоскопа) у різних швидкісних режимах з приводом провідних коліс від барабанів стенду;

- параметри робочої гальмівної системи (уповільнення та час спрацьовування) по кожному колесу в силовому, швидкісному та тепловому режимах, що імітують аварійне гальмування на дорозі зі швидкістю 35...45 км/год [10];

- уповільнення, створюване допоміжною гальмівною системою (моторним гальмом) при швидкості 30 км/год;

- параметри гальмівної системи стоянки (використовується в якості запасної або аварійної): уповільнення і час спрацьовування - по кожному колесу в режимі, що імітує аварійне гальмування на дорозі зі швидкості 40 км/год;

- показання спідометра на різних швидкостях.

## **1.5 Будова стенду**

Барабаний блок. Він складається з чотирьох робочих барабанів: двох передніх (лівого та правого) та двох задніх (лівого та правого). Два передні барабани встановлені співвісно один одному в передній частині стенду (передня та задня частини стенду визначаються у напрямку проїзду автомобіля: при проїзді колесо спочатку переїжджає через задні барабани, а потім через передні). Загальна вісь барабанів перпендикулярна до поздовжньої осі стенда, тобто напрямку проїзду автомобіля. Два задні барабани встановлені співвісно один одному у задній частині стенду. Відстань по горизонталі між передніми та задніми барабанами – 690 мм. Відстань по вертикалі між передніми та задніми барабанами – 180 мм. Кожен барабан має зварну конструкцію і складається з обічайки (сталева труба), торцевих дисків, маховика, зовнішньої цапфи і цапфи внутрішньої. Лівий передній і перший задній барабани-провідні. Вони пов'язані з навантажувально-привідними пристроями (НПУ) через ланцюгові передачі.

Ведені зірочки ланцюгових передач встановлені на внутрішніх цапфах цих барабана за опорами підшипниковими (консольно). Внутрішніми називаються частини, звернені до середини стенду, тобто до поздовжньої осі. Зовнішніми називаються частини, звернені до країв стенду. Ведені барабани (лівий задній та правий передній) мають на внутрішніх цапфах багатодискові електромагнітні фрикційні зчіпні муфти (нижче електромуфти). Між зірочкою ведучого барабана та повідцем електромуфти веденого барабана встановлений сполучний вал [9].

Цапфи барабанів спираються на дворядні самовстановлювальні роликові підшипники. Корпуси підшипників зовні закриті глухими торцевими врізними кришками. Всі інші торці корпусів закриті прохідними врізними торцевими кришками з повстяними ущільненнями. На валах під повстяними ущільненнями встановлені кільця з полірованими сферичними поверхнями. Цим забезпечується надійний контакт повстяного кільця з поверхнею, що ущільнюється, і відсутність затирання врізної кришки по валу при перекосах корпусу, викликаних не паралельністю опорних поверхонь рами і осі ролика.

Внутрішні корпуси підшипників ведених барабанів виконані разом з роз'ємними ваннами електромагнітних муфт. Така конструкція дозволяє виключити додаткові опори підшипників, спростити монтаж. Місця проходу валів через ванну ущільнені гумовими манжетами, а плоский роз'єм верхньої та нижньої половин – гумовим шнуром круглого перерізу. Ванна до рівня середнього робочого радіусу дисків заповнена рідкою олією. Порожнина підшипника заповнена пластичним мастилом. Щоб запобігти вимиванню пластичного мастила рідкою олією, на валу встановлено масловідбивне кільце.

На верхньому напівванні встановлені в різьбових отворах два щіткотримачі з пружними щітками, які впираються в контактне кільце електромуфти. Обидві щітки з'єднані паралельно. Дві щітки застосовані для того, щоб підвищити надійність контакту за високої частоти обертання електромуфти. Заливка олії у ванну здійснюється через отвір одного із щіткотримачів при викрученому щіткотримачі. У нижній напівванні є закритий різьбовою пробкою контрольний отвір, а також закритий різьбовою пробкою зливний отвір.

Передача крутного моменту від сполучного валу на диски електромуфти здійснюється через повідець. Маточина повідця виконана з фланця півосі КрАЗ і приварена до укороченої півосі. Фланець маточини з'єднаний зі склянкою повідця болтами. Прямокутні виступи циліндричної частини склянки входять у



пази провідних дисків електромуфти. Для полегшення центрування повідця щодо муфти в ньому змонтований шарикопідшипник, внутрішнє кільце якого спирається на цапфу вала, що виступає. Маточина та стакан повідця центруються за допомогою кільцевого заточування.

Шліцевий кінець сполучного валу, виконаного з напівосі КрАЗ, входить у шліцевий отвір глухої фланцевої напівмуфти, яка з'єднується болтами із зірочкою на консолі валу ведучого барабана. Маточина фланцевої напівмуфти виконана з підлоги осьової шестерні КрАЗ.

Кожен робочий барабан має зовнішній діаметр 318,3 мм та робочу довжину 850 мм. До зовнішнього торцевого диска кожного барабана болтами прикріплені маховик, що є плоским кільцем зовнішнім діаметром 630 мм і товщиною 63 мм. Ведені барабани мають додаткові маховики діаметром 630 мм та товщиною 22 мм. Вони кріпляться болтами до основного маховика із зовнішнього боку. Додаткові маховики призначені для вирівнювання наведених моментів інерції ведених та провідних барабанів; вони компенсують наведений момент інерції ланцюгової передачі та швидкохідного валу НПУ, який додається до власного моменту інерції провідного барабана (а на веденому барабані цих елементів немає). Додаткові маховики мають внутрішній діаметр 400 мм.

На маховику кожного барабана встановлений обтюратор датчика швидкості: тонка плоска каблучка з внутрішніми радіальними прорізами. Фотоелектричний датчик швидкості ФД-1 встановлений на корпусі зовнішнього підшипника так, що обтюратор входить до його щілини.

Осі всіх барабанів повинні бути строго паралельними (забезпечуються при монтажі). Правий і лівий барабан кожної пари повинні бути співвісними (забезпечується при монтажі). Після того, як барабани правильно виставлені під час монтажу, корпуси підшипників зафіксовані штифтами та не демонтуються; якщо виникає необхідність зняти барабани при обслуговуванні чи ремонті, знімають тільки верхні кришки підшипників (бугелі), а корпуси залишаються на місці, чим забезпечується збереження установочної бази.

Барабанний блок виконаний так, щоб забезпечити встановлення на місці візка тривісного автомобіля КрАЗ. З цією метою наведені моменти інерції всіх барабанів виконані рівними. Це дозволяє одночасно перевіряти і потужнісні, і гальмівні параметри обох мостів візка на стенді, що має дві пари барабанів.

Навантажувально-привідний пристрій (НВП). Як НПУ на стенді використовуються два мотор-насоси МНА125/200. Дані цієї гідромашини такі:

- робочий тиск номінальний, МПа (кгс/см<sup>2</sup>) – 20 (200)
- максимальний тиск – 25 (250);
- номінальна частота обертання, мин<sup>-1</sup> – 1500;  
максимальна, мин<sup>-1</sup> – 1920;
- крутний момент двигуна, Н × м (кгс × м) – 368 (37,5);  
при рушанні, Н × м (кгс × м) – 294 (30);
- номінальна потужність, що розвивається двигуном, кВт – 58;  
споживана насосом, кВт – 68,5;
- маса, кг – 104.

Дуже висока питома потужність цих гідромашин (0,65 кВт на кг власної маси) та малі габарити дозволили розмістити НПУ у межах барабанного блоку, не збільшуючи габарити стенду.

Ліве НПУ пов'язане з передньою парою барабанів, праве – із задньою парою.

Зв'язок здійснюється за допомогою зубчастих ланцюгів із кроком 25,4, шириною 103мм. Передатне число зубчастої передачі – 1,565. Передача закрита, змащується рідкою олією. Велика зірочка передачі має 36 зубів. Вона встановлена на валу провідного барабана. Найменша зірочка з 23 зубами встановлена на швидкохідному валу

Натяжка ланцюга здійснюється плаваючим натяжним пристроєм, являє собою два натяжні ролики (верхній та нижній); осі роликів з'єднані двома гвинтовими стяжками так, що осі та стяжки утворюють прямокутну рамку. Ланцюги проходять всередині цієї рамки. Між головками стяжних гвинтів та віссю верхнього ролика встановлені пружини стиснення. Натяжні ролики впливають на обидві гілки ланцюга. Залежно від режиму роботи стенда (привідний або навантажувальний) натягнута верхня гілка ланцюга, то нижня.

При цьому весь натяжний пристрій піднімається, то опускається, переміщаючись у напрямних. Напрявні закріплені на внутрішніх поверхнях бокових стінок картерів ланцюга та забезпечені антифрикційними накладками з твердого дерева.

Картер ланцюга – роз'ємний, з двох половин. Площина роз'єму проходить через осі робочого барабана та швидкохідного валу. Половинки картера зварені із листової сталі. У верхній половині є закриті кришками лючки, через які можна отримати доступ до регулювальних гвинтів. У нижню половину картера заливається олива для змащення ланцюга, там є контрольне та зливне отвори, закриті різьбовими пробками.

Змащення здійснюється розбризкуванням. Щоб олива, що розбризкується, потрапляло на ланцюг, у верхній половині картера встановлені вигнуті напрямні козирки.

Роз'єм картера ущільнений гумовою прокладкою. Дві половини картера спираються на торцеві кришки підшипників і ущільнені їх нерухомими поверхнями, що підвищує надійність ущільнення. Конструкція картерів обох ланцюгових передач уніфікована та відрізняється лише місцем встановлення зливної пробки.

Швидкохідний вал через два підшипники, розміщені в роз'ємних корпусах, спирається на раму станда. Зовнішній кінець швидкохідного валу має консоль, на якій змонтована електромуфта (така, як і на веденому барабані).

Ванна електромуфти, як і у випадку веденого ролика, виконана заодно з корпусом підшипника і має подібну конструкцію. Повідець електромуфти сидить на валу мотор-насоса. Для спрощення центрування та забезпечення співвісності при монтажі в повідку змонтований шарикопідшипник, внутрішнє кільце якого спирається на цапфу, що виступає, швидкохідного валу. Щоб забезпечити можливість роздільного демонтажу швидкохідного валу та мотор-насоса при обслуговуванні та ремонті, повідець виконаний складовим з вертикальною площиною роз'єму. Дві половини повідця центруються за допомогою кільцевого заточення.

Мотор-насос встановлений балансірно. Його статор спирається на раму через два стоякові підшипники, співвісні з ротором. На статорі закріплений важіль, що відходить перпендикулярно до осі мотора і спирається на силовимірвальний тензометричний датчик типу ДСТ. Розрахункове плече встановлення датчика – 0,5м. Діапазон вимірювання – від 0 до 1 кН (100 кгс).

Обидва НПУ монтуються на рамі станда нижче за рівень барабанів, приблизно симетрично щодо передніх і задніх барабанів, так, що мотор-насоси розташовуються під барабанами, а швидкохідні вали звернені назустріч один одного, всередину станду. Осі НПУ повинні бути паралельні один одному та осям робочих барабанів (забезпечується при монтажі). Положення НПУ на стенді постійно та після остаточного монтажу не змінюється.

Відбійні ролики. Щоб забезпечити поперечну стійкість автомобіля при обертанні його коліс на барабанах (від мимовільного з'їзду з барабанів у поперечному напрямку), на стенді встановлено дві пари відбійних роликів. Усі ролики обмежують переміщення коліс із зовнішнього боку. Перша пара відбійних роликів закріплена на рамі станду між в'їздом та задніми робочими

барабанами. Вона запобігає поперечному з'їзду автомобіля при перевірці провідних мостів візка. Осі роликів паралельні один одному і розташовані під таким кутом до вертикалі, щоб при перевірці коліс візка вісь ролика була спрямована приблизно до осі заднього колеса.

Друга пара відбійних роликів встановлена між передніми та задніми робочими барабанами та використовується при перевірці одиночних мостів. Кожен ролик має циліндричну форму та встановлений на своєму кронштейні, на парі шарикопідшипників.

Ролики виступають углиб стенду кожен на 30 мм щодо внутрішньої площини маховика. Цим запобігає контакту боковини шини з маховиком. Осі відбійних роликів другої пари паралельні між собою і проходять перпендикулярно лінії, що з'єднує центри переднього і заднього робочих барабанів, посередині цієї лінії. Завдяки такому розташуванню під час перевірки на стенді одиночних коліс переднього моста (або заднього моста двовісного автомобіля) вісь ролика спрямована до осі одиночного колеса, що перевіряється.

Вісь виступає нагору за межі ролика і служить опорою для кожуха маховиків.

Кронштейн осі відбійного ролика приварений до рамки стенду. Він має подовжувач коробчастого перерізу, що виступає догори, паралельний осі відбійного ролика.

Зупинки барабанів. Щоб забезпечити нерухомість робочих барабанів при в'їзді на них автомобіля та наступному з'їзді, застосовані два зупинки - лівий та правий.

Зупинки взаємодіють кожен із парою барабанів - лівою та правою. Кожен зупинка має пару собачок, шарнірно закріплених на кронштейні відбійного ролика. Зуби собачок трапецієподібного перерізу входять у трапецієподібні пази, виконані по утворює кожного маховика (через  $30^\circ$ ).

Переміщення собачок під час фіксації та розфіксування барабанів виконує пневмокамера (передня гальмівна камера КрА3).

Пневмокамера шарнірно з'єднана із собачками, а з рамою стенду з'єднання не має. При подачі в камеру стисненого повітря засувається шток і повертає передню собачку доки вона не впреться в маховик переднього робочого барабана в довільній точці (на циліндричній поверхні маховика або в падині). Після цього шток нерухомий, а корпус пневмокамери відсувається від

нього, повертаючи заднього песика до упору в маховик заднього робочого барабана, також у довільній точці.

При обертанні робочих барабанів песик під дією стисненого повітря заскакує в перший паз маховика і зупиняє барабан.

При відключенні зупинки повітря виходить із пневмокамери в атмосферу, а пружина повертає діафрагму камери та шток у вихідне положення. Під дією ваги камери та зусилля пружини задня собачка виходить із зачеплення з пазом маховика і опускається до упору.

Після цього виходить із зачеплення з пазом і передній песик. Коли обидві собачки відведені до регульованих упорів, вони знаходяться на безпечній відстані від маховиків і не перешкоджають вільному обертанню робочих барабанів.

Гідроблок та трубопроводи.

Гідроблок стану встановлений усередині рами стану, в середній її частині (між правими та лівими барабанами).

У гідроблоці зібрані апарати керування мотор-насосами. Завдяки цьому від насосної станції до стану йде всього три шланги: напірний, зливний та дренажний.

Магістралі виконані їх сталевих труб та рукавів високого тиску.

Корпус стану. Основою стану є рама, зварена зі сталевого прокату (в основному – швелера № 18 та № 22).

Рама доповнена кожухами, що закривають маховики та ланцюгові передачі. Кожухи виконані з куточків та тонколистової сталі.

У плані рама має форму прямокутника, виконаного зі швелерів № 22. Стіни задніх та бічних швелерів розташовуються вертикально.

Передній швелер розташований похило, його стінка утворює з горизонталлю кут  $57^\circ$ .

У середній частині рами між передніми та задніми швелерами вварені паралельно поздовжній осі стану додаткові швелери № 22 та № 18, на які спираються корпуси підшипників НПУ та внутрішніх підшипників передніх робочих барабанів.

Зовнішні підшипники передніх робочих барабанів спираються на бічні швелери.

У задній частині рами приварені два надрамники П-подібної форми – правий та лівий. Вони виконані зі швелера № 18.

На поздовжні швелера надрамників спираються корпуси підшипників задніх робочих барабанів.

Поперечки надрамників пов'язують між собою поздовжні швелери і служать для надання останнім необхідної жорсткості в поперечному напрямку.

Передні кінці поздовжніх швелера надрамників скошені зверху вниз і спереду назад. До цих скосів приварені опорні елементи кронштейнів відбійних роликів та зупинок.

На рамі є додаткові кронштейни для встановлення датчиків сили навантажувально-привідних пристроїв, апаратів гідро та пневмосистеми та блоків електричної системи.

На стінках швелерів рами в потрібних місцях виконані отвори для пропуску магістралей гідро та пневмосистеми та кабелів електричної системи, а також закріплені гаки та хомути для кріплення трубопроводів та кабелів.

На зовнішній частині рами поблизу нижніх кутів приварені пластини з отворами для кріплення стенда на фундаменті.

По кутах та в місцях Т-подібного приєднання швелерів рама укріплена привареними накладками із сталевого листа завтовшки 10 мм.

Такі ж накладки приварені у місцях спираючих корпусів підшипників. На правий торець корпусу виведені штуцери гідросистеми для приєднання трьох шлангів (рукавів): напірного, зливного та дренажного.

На лівому торці корпусу встановлено штепсельну розетку для підключення пульта керування та індикації.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок виробничої програми

Початкові дані для розрахунку виробничої програми наведені в таблиці 1.1 (розділ 1).

Середньодобовий пробіг всіх автомобілів приймаємо –  $l_{cc}=130$  км.

Сумарна трудомісткість взаємодії профілактичного обслуговування (ПО) наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Сумарна трудомісткість взаємодій ПО

КрАЗ-7133	$\sum T = 0,45 + 2,2 + 10,8 + 3,4 = 16,84$ люд.г
КрАЗ-Н23.2	$\sum T = 0,45 + 2,7 + 10,8 + 3,6 = 17,55$ люд.г
IVECO Trakker AD380T	$\sum T = 0,45 + 3,7 + 14,7 + 6,4 = 25,25$ люд.г
IVECO Trakker AT380T54	$\sum T = 0,45 + 3,7 + 14,7 + 6,4 = 25,25$ люд.г
MAN TGS	$\sum T = 0,5 + 3,5 + 13,7 + 6,3 = 21$ люд.г
MAN TGA	$\sum T = 0,5 + 4,25 + 11,3 + 5,8 = 21,85$ люд.г
КрАЗ-5401	$\sum T = 0,3 + 3,4 + 13,8 + 6,0 = 23,5$ люд.г
КрАЗ-7140	$\sum T = 0,75 + 1,91 + 10,64 + 6,7 = 20$ люд.г
КрАЗ-6511	$\sum T = 0,75 + 1,91 + 10,64 + 6,7 = 20$ люд.г
Volvo FH	$\sum T = 0,67 + 1,93 + 10,5 + 6,7 = 19,8$ люд.г
КрАЗ Н12	$\sum T = 0,4 + 2,1 + 9 + 3,6 = 15,1$ люд.г
ЛАЗ-АХ183 AeroLAZ	$\sum T = 0,8 + 5,8 + 24 + 6,5 = 37,1$ люд.г
ЛАЗ-5208	$\sum T = 0,7 + 5,5 + 18 + 5,3 = 29,5$ люд.г
MAN А21	$\sum T = 0,8 + 5,8 + 24 + 6,5 = 37,1$ люд.г

#### 2.1.1 Зведення автомобілів до однієї марки

Для спрощення розрахунків усередині технічно сумісної групи доцільно привести автомобілі до однієї марки та виконати розрахунки за наведеним числом [8]:

$$A_{np} = A_m + \sum_{i=1}^n \cdot \frac{T_i \cdot l_{cci} \cdot K}{T_m \cdot l_{ccm} \cdot K_i} \quad (2.1)$$

де  $A_m$  – число автомобілів марки, до якої зводяться інші;

$A_i, T, l_{cci}$  – кількість, сумарна трудомісткість взаємодій, середній пробіг автомобілів відповідно;

$K_i$  – коефіцієнт, враховуючий категорію умов експлуатації, для наведених марок автомобілів;

$T_M, l_{ccM}, K$  – трудомісткість взаємодій, середньодобовий пробіг, і коефіцієнт враховуючий категорію умов експлуатації, для марок автомобілів, до яких приводять інші відповідно.

Наведення приводимо до автомобіля КрАЗ-7140 (рисунок 2.1) [4]:

$$\begin{aligned}
 A_{np} = & 31 + 22 \frac{16,85 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 13 \frac{17,55 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 4 \frac{25,25 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 17 \frac{25,25 \cdot 130}{20 \cdot 130} + \\
 & + 3 \frac{21 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 12 \frac{21,85 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 11 \frac{23,5 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 9 \frac{20 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 3 \frac{19,8 \cdot 130}{20 \cdot 130} + \\
 & + 11 \frac{15,1 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 15 \frac{37,1 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 7 \frac{29,5 \cdot 130}{20 \cdot 130} + 20 \frac{37,1 \cdot 130}{20 \cdot 130} = 194,12 \approx 195 \text{ од.}
 \end{aligned}$$

Всі автомобілі працюють в третій категорії умов експлуатації ( $K_i=0.77$ ).



Рисунок 2.1 – Вантажний автомобіль КрАЗ-7140



### 2.1.2 Коректування нормативів пробігу до капітального ремонту і періодичність взаємодій

Коректування нормативів пробігу до капітального ремонту і періодичності взаємодій виконуємо за формулами

$$l'_{кр} = l_{кр}^H * K_i, \quad (2.2)$$

$$l'_{ор-1} = l_{ор-1}^H * K_i, \quad (2.3)$$

$$l'_{ор-2} = l_{ор-2}^H * K_i \quad (2.4)$$

де  $l_{кр}, l_{ор-1}, l_{ор-2}$  – нормативний пробіг до КР, ОР – 1, ОР – 2, км,  
 $K_i$  – коефіцієнт коректування нормативів в залежності від категорій умов експлуатації.

$$l_{кр}^H = 300000 \text{ км}, l_{ор-1}^H = 4000 \text{ км}, l_{ор-2}^H = 12000 \text{ км},$$

$$l'_{кр} = 300000 \cdot 0,77 = 231000 \text{ км},$$

$$l'_{ор-1} = 4000 \cdot 0,77 = 3080 \text{ км}, l'_{ор-2} = 12000 \cdot 0,77 = 9240 \text{ км}.$$

### 2.1.3 Коректування періодичності і пробігу до капітального ремонту

Коректування періодичності і пробігу до капітального ремонту з урахуванням кратності середньодобовому пробігу виконується наступним чином.

$$n_{ор-1} = \frac{l'_{ор-1}}{l_{сс}}$$

$$n_{ор-1} = \frac{3080}{130} = 24$$

$$l_{ор-1} = l_{сс} \cdot n_{ор-1},$$

$$l_{ор-1} = 130 \cdot 24 = 3120 \text{ км},$$

$$n_{ор-2} = \frac{l'_{ор-2}}{l_{ор-1}}$$

$$n_{op-2} = \frac{9240}{3120} = 3.$$

$$l_{op-2} = l'_{op-1} \cdot n_{op-2},$$

$$l_{op-2} = 3120 \cdot 3 = 9360 \text{ км},$$

$$n_{kp} = l'_{kp} / l_{op-2},$$

$$n_{kp} = \frac{231000}{9360} = 25,$$

$$l_{kp} = n_{kp} \cdot l_{op-2},$$

$$l_{kp} = 25 \cdot 9360 = 234000 \text{ км}.$$

2.1.4 Визначення періодичності щоденного обслуговування і діагностування

Періодичність діагностичних робіт приймаються рівними періодичності обов'язкових робіт. Періодичність ЩО приймається рівній середньодобовому пробігу [8].

$$l_{eo} = l_{cc}, l_{eo} = 130 \text{ км}, l_{\partial-1} = l_{op-1}, l_{\partial-1} = 3120 \text{ км}, l_{\partial-2} = l_{op-2} = 9360 \text{ км}.$$

2.1.5 Розрахунок кількості впливів за цикл для одного автомобіля

Число впливів на один автомобіль за цикл визначається ставленням циклового пробігу до пробігу для даного виду ПО.

Так як цикловий пробіг прийнятий рівним спробою до КР число КР для одного автомобіля за цикл буде рівним одиниці. При фактичному пробігу, що дорівнює  $l_{kp}$ , чергові останні за цикл ОР-2 і Д-2 не проводяться.

Число впливів за цикл у загальному вигляді може бути визначено за формулою

$$N_i = l_{kp} / l_i - N_{ввп}, \quad (2.5)$$

де  $l_{kp}$  – скоректований пробіг до капітального ремонту, км;

$l_i$  – періодичність взаємодій, км;

$N_{bbn}$  – число взаємодій порядку.

$$N_{kp} = \frac{l_{kp}}{l_{kp}} = \frac{234000}{234000} = 1,$$

$$N_{op-2} = \frac{l_{kp}}{l_{op-2}} - N_{kp} = \frac{234000}{9360} - 1 = 24,$$

$$N_{op-1} = \frac{l_{kp}}{l_{op-1}} - (N_{kp} + N_{op-2}) = \frac{234000}{3120} - 25 = 50,$$

$$N_{eo} = \frac{l_{kp}}{l_{eo}} = \frac{234000}{130} = 1800.$$

Для даного ремонту, виконуємо за необхідністю, його кількість не визначається.

### 2.1.6 Розрахунок коефіцієнта переходу від циклу до року

Коефіцієнт переходу від циклу до року  $\eta$  знаходимо як відношення річної тривалості робіт автомобіля  $D_z$  до загальної тривалості циклу  $D_{oi}$ :

$$\eta = D_z / D_{oi}. \quad (2.6)$$

Загальна тривалість циклу  $D_{oi}$  визначається як сума тривалості простою за цикл  $D_{pi}$  і робочий тривалості циклу  $D_{эц}$ :

$$D_{oi} = D_{эц} + D_{pi}, \quad (2.7)$$

Робоча тривалість циклу  $D_{эц}$  визначається як відношення циклового пробігу до середньодобового пробігу:

$$D_{эц} = l_{kp} / l_{cc}. \quad (2.8)$$

Формула для визначення тривалості простою за цикл має вид:

$$D_{\text{рц}} = \frac{K_{\text{пр}} \cdot D_{\text{ор-2,УН}}}{1000} \cdot l_{\text{кр}} + D_{\text{кр}}, \quad (2.9)$$

де  $K_{\text{пр}} = 0,75$  – коефіцієнт враховуючий виконання частини обсягу роботи по УН в міжзмінний час;

$D_{\text{кр}}$  – дні простою в капітальному ремонті з урахуванням доставки автомобіля на авторемонтне підприємство і назад, днів.

$$D_{\text{ер}} = \frac{234000}{130} = 1800 \text{ днів},$$

$$D_{\text{рс}} = \frac{0,75 \cdot 0,35}{1000} \cdot 234000 + 24 \approx 85 \text{ днів},$$

$$D_{\text{оц}} = 1800 + 85 = 1885 \text{ днів},$$

$$\eta = \frac{305}{1885} = 0,161.$$

Коефіцієнт технічної готовності розраховуємо за формулою

$$a_T = \frac{1}{l + l_{\text{сц}} \cdot (K_{\text{пр}} \frac{0,4}{1000} + \frac{D_{\text{кр}}}{l_{\text{кр}}})} \quad (2.10)$$

$$a_T = \frac{1}{1 + 130 \cdot (0,75 \cdot \frac{0,35}{1000} + \frac{24}{234000})} = 0,95.$$

2.1.7 Розрахунок числа взаємодій за рік для одного автомобіля

Розрахунок числа взаємодій за рік для одного автомобіля по роботам ПО визначаємо за формулою

$$N_{\text{Гі}} = N_i \cdot \eta, \quad (2.11)$$

Річний пробіг автомобіля можна визначити за формулою

$$l_{\text{Г}} = l_{\text{кр}} \cdot \eta, \quad (2.12)$$

$$l_r = 234000 \cdot 0,161 = 37674 \text{ км,}$$

$$N_{\text{гор-2}} = 24 \cdot 0,161 = 3,864,$$

$$N_{\text{гор-1}} = 50 \cdot 0,161 = 8,05,$$

$$N_{\text{гео}} = 1800 \cdot 0,161 = 289,8.$$

### 2.1.8 Розрахунок річного числа впливів для всього парку автомобілів

Річна кількість впливів ОР - 1 і ОР - 2 для парку автомобілів розраховується за формулою [8]

$$N_{\text{гнi}} = N_{\text{гi}} \cdot A_{\text{сп}}. \quad (2.13)$$

Роботи з діагностування можуть виконуватися на окремих постах чи лініях. Виходячи з призначення та організації діагностування. Д-1 може виконуватися для визначення працездатного стану по вузлах і системах, що забезпечують безпеку руху, для перевірки якості роботи після виконання ОР-2 і регулювань при усуненні несправностей.

Число автомобілів, що діагностуються при УН, згідно з досвідченими даними, становить приблизно 10% програми ОР-1 за рік. Діагностування Д-2 проводиться з періодичністю ОР-2, а також в окремих випадках при УН (Приблизно 20% програми ОР-2 за рік). Відповідно з цим:

$$N_{\text{гнд-2}} = 1,1 \cdot N_{\text{гнор-1}} + N_{\text{гнор-2}}, \quad (2.14)$$

$$N_{\text{гнД-2}} = 1,2 \cdot N_{\text{гнор-2}}, \quad (2.15)$$

$$N_{\text{гнор-2}} = 4,315 \cdot 195 \approx 841,$$

$$N_{\text{гнор-1}} = 8,9 \cdot 195 = 1735,$$

$$N_{\text{гнео}} = 343,8 \cdot 195 = 67041,$$

$$N_{\text{гпД-2}} = 1,2 \cdot 841 = 1009.$$

$$N_{\text{гпД-1}} = 1,1 \cdot 1735,5 = 1909,05.$$

Річний пробіг парку визначаємо за формулою:

$$L_{\text{гп}} = L_{\text{г}} \cdot A_{\text{сп}} = 37674 \cdot 195 = 7346,43 \text{ тис.км.}$$

2.1.9 Розрахунок добової кількості взаємодій за видами профілактичного обслуговування

Добова кількість взаємодій по і-му виду ПО розраховуємо за формулою

$$N_{ci} = N_{\text{гп}i} / D_{з}, \quad (2.16)$$

де  $D_{з}$  – режим роботи зони обслуговування, дні.

$$N_{\text{сop-2}} = \frac{878}{305} = 2,878,$$

$$N_{\text{гнор-1}} = \frac{1901}{305} = 6,232,$$

$$N_{\text{сео}} = \frac{69452}{305} = 227,71,$$

$$N_{\text{сД-2}} = \frac{1092,8}{305} = 3,58,$$

$$N_{\text{сД-1}} = \frac{2931,2}{305} = 9,610.$$

2.1.10 Розрахунок нормативних трудомісток

Для конкретних умов необхідно розрахувати норми трудомісток обов'язкових робіт (ОР), контрольно-діагностичних (Д) і робіт по усуненню неполадків для першої категорії умов експлуатації, виходячи з нормативних значень трудомісток ТО-1, ТО-2, і ТР за наступними формулами

$$t_{\text{op-1}} H = a1 \cdot t_{\text{то-1}} H, \quad (2.17)$$

$$t_{op-2H} = B_1 \cdot t_{TO-2H}, \quad (2.18)$$

$$t_{д-1H} = a_2 \cdot t_{TO-1H} + 10^{-3} \cdot cl \cdot t_{TPH} \cdot l_{д-1H}, \quad (2.19)$$

$$t_{д-2H} = B_2 \cdot t_{TO-2H} + 10^{-3} \cdot c_2 \cdot t_{TP}^H \cdot l_{д-2H}, \quad (2.20)$$

$$t_{yH} = \frac{10^3 a_3 t_{TO-2}^H}{l_{op-1}} + \frac{10^3 \cdot b_3 \cdot t_{TO-2}^H}{l_{op-2}} + c_3 \cdot t_{TP}^H, \quad (2.21)$$

Коректування трудомісткості виконуємо за формулами

$$\begin{aligned} t_{eo} &= t_{eo}^H * K_p, \\ t_{op-1} &= t_{op-1}^H, \\ t_{op-2} &= t_{op-2}^H, \\ t_{д-1} &= t_{д-1}^H, \\ t_{д-2} &= t_{д-2}^H, \quad t_{yH} = t_{yH}^H / K_i, \end{aligned} \quad (2.22)$$

де  $t_{TO-1}^H$  – нормативна трудоємність ТО – 1, люд.г;

$t_{TO-2}^H$  – нормативна трудоємність ТО – 2, люд.г;

$t_{TP}^H$  – нормативна трудоємність TP, люд.г/1000км.

$a_1, a_2, a_3; b_1, b_2, b_3; c_1, c_2, c_3$  – коефіцієнти розподілу відповідних трудоємностей;

$K_p$  – коефіцієнт, враховуючий рівень механізації прибирання-миючих робіт (при механізованій мийці  $K_p=0,6 \dots 0,75$  для всіх марок автомобілів).

Розрахунок нормативних трудомісткостей і корекція:

#### 2.1.11 Розрахунок річного об'єму робіт

Річний об'єм робіт визначається за формулами [8]

$$t_{op-1H} = 0,74 \cdot 1,91 = 1,41 \text{ люд.г}$$

$$t_{op-2H} = 0,437 \cdot 10,64 = 4,6$$

$$t_{д-1н} = 0,12 \cdot 1,91 + 10^{-3} \cdot 0,05 \cdot 6,3 \cdot 3120 = 0,42 \text{ люд. г}$$

$$t_{д-2н} = 0,9 \cdot 10,79 + 10^{-3} \cdot 0,023 \cdot 6,3 \cdot 9360 = 1,43 \text{ люд. г}$$

$$t_{ун} = \frac{10^3 \cdot 0,17 \cdot 1,91}{3120} + \frac{10^3 \cdot 0,396 \cdot 10,64}{9360} + 0,78 \cdot 6,7 \approx 5,78 \text{ люд. } \frac{\text{г}}{1000 \text{ км}}$$

$$t_{eo} = 0,65 \cdot 0,75 \approx 0,5 \text{ люд. г}$$

$$t_{op-1} = 1,41 \text{ люд. г}$$

$$t_{op-2} = 4,6 \text{ люд. г}$$

$$t_{д-1} = 0,42 \text{ люд. г}$$

$$t_{д-2н} = 1,43 \text{ люд. г}$$

$$t_{ун} = 5,78 \text{ люд. } \frac{\text{г}}{1000 \text{ км}}$$

$$T_{г} = N_{гнi} t_i, \quad (2.23)$$

$$T_{гун} = \frac{L_{гн} \cdot t_{гун}}{1000}, \quad (2.24)$$

$$T_{гор-2} = 899 \cdot 4,6 = 4135 \text{ люд. г.}$$

$$T_{гор-1} = 1756 \cdot 1,41 = 2475 \text{ люд. г.}$$

$$T_{reo} = 68452 \cdot 0,5 = 34226 \text{ люд. г.}$$

$$T_{гд-2} = 1119,9 \cdot 1,43 = 1601 \text{ л. г.}$$

$$T_{гд-1} = 2856,6 \cdot 0,42 = 1199 \text{ люд. г.}$$



$$T_{\text{гун}} = \frac{8435,3 \cdot 9,35}{1000} \approx 78,7 \text{ люд. г.}$$

Таблиця 2.2 – Розподіл річного об'єму робіт по УН

Назва робіт	Трудомісткість	
	%	люд. г
1. Агрегатний	18	14795
2. Слюсарно-механічні	10	8191
3. Електротехнічні	5	4096
4. Акумуляторні	2	1638
5. Ремонт приборів систем живлення	4	3277
6. Шиномонтажні	1	819
7. Вулканізаційні	1	819
8. Ковальсько-ресорні	3	2457
9. Медницькі	2	1638
10. Зварювальні	1	819
11. Бляшанські	1	819
12. Арматурні	1	819
13. Обойні	1	819
14. Фарбувальні	6	4915
15. Деревообробні	2	1638
Всього	100	81914
Постові	58	47510
По дільницях	42	34404

## 2.2 Розрахунок виробничих і допоміжних робочих

При розрахунку виробничих персоналу, необхідно для виконання річної виробничої програми, потрібно визначити штатну і явну кількість робочих за формулами

$$P_{\text{ш}} = \frac{\sum T}{\Phi_{\text{р}}}, \quad P_{\text{я}} = \frac{\sum T}{\Phi_{\text{м}}}, \quad (2.25)$$

де  $\sum T$  – річний об'єм виробництва за даним видом роботи, люд. г;

$\Phi_{\text{р}}$  – річний фонд часу робочого, г;

$\Phi_m$  – річний фонд часу робочого місяця, г.

Відомість необхідної кількості виробничих робітників представлена у таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Число виробничих робітників за видами робіт

Роботи	Річний об'єм робіт люд. г	Річний фонд часу, г.		Потрібне число працівників, люд.	
		$\Phi_p$	$\Phi_m$	$P_{ш}$	$P_{я}$
1	2	3	4	5	6
ЩО	76153	1840	2070	41	37
ОР-1	2284	1840	2070	1	1
ОР-2	5124	1840	2070	3	2
Д-1	710	1840	2070	≈1	≈1
Д-2	2071	1840	2070	1	1
УН – постові	47511	1840	2070	26	23
Агрегатне	14745	1840	2070	8	7
Слюсарно-механічні	8191	1840	2070	4	4
Електротехнічні	4096	1840	2070	2	2
Акумуляторні	1638	1840	2070	1	1
Ремонт приборів системи живлення	3277	1840	2070	2	2
Вулканізація і шиномонтаж	819	1840	2070	1	1
Ковальсько-ресорні	2457	1840	2070	1	1
Мідницькі	1638	1840	2070	1	1
Зварювальні	819	1840	2070	1	
Арматурні	819	1840	2070		
Бляшанні	819	1840	2070		
Обойні	819	1840	2070	1	1
Фарбувальні	4915	1610	1830	3	3
Деревообробні	1638	1840	2070	1	1

Всього по ділянках	99	90
--------------------	----	----

Число допоміжних робітників розраховуємо за формулою

$$\sum P_{всп} = \sum P_{пр} \cdot 0,25, \quad (2.26)$$

$$\sum P_{всп} = 90 \cdot 0,25 = 22 \text{ люд.}$$

Виконуємо розподіл додаткових робітників за видами робіт і зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Число допоміжних робіт за видами робіт

Вид робіт	%	Робітники, люд.
1 Ремонт і обслуговування обладнання, оснастки та інструменту	20	5
2 Ремонт і обслуговування інженерного обладнання, мережі і комунікацій	15	3
3 Транспортні роботи	10	2
4 Прийом, зберігання та видача матеріальних цінностей	15	3
5 Перегін рухомого складу	15	3
6 Прибирання виробничих приміщень	10	2
7 Прибирання території	10	2
8 Обслуговування компресорного обладнання	5	2
Всього по роботах	100	12

### 2.3 Розрахунок числа постів і ліній

В якості початкових величин при розрахунку кількості постів являється ритм виробництва і такт поста:

$$R = \frac{T_c \cdot 60}{N_c}, \quad \tau n = \frac{T_b \cdot 60}{P_n} + t_y, \quad (2.27)$$

де  $N_c$  – добова тривалість роботи зони, г;

$N_c$  – добова програма за даним видом обслуговування, г;

$t_b$  – трудоємність однієї взаємодії, люд. г;

$P_n$  – кількість робочих одночасно працюючих на посту;

$t_y$  – час для установки автомобіля на пост і з'їзд з поста, хв.

Число постів для ОР і Д розраховується так:

$$X_n = \frac{tn}{R}, \quad (2.28)$$

Початковою величиною для розрахунку числа слугує такт лінії, який розраховуємо за формулою:

$$\tau_{л} = \frac{t_b \cdot 60}{P_{л}} + tn, \quad (2.29)$$

де  $P_{л} = X_{п.л} \cdot P_n$  – загальна кількість робочих на постах лінії;

$X_{п.л}$  – число постів на лінії;

$t_n$  – час на переміщення автомобіля з поста на пост, хв;

$$t_n = \frac{L_a + l}{V_k},$$

де  $L_a$  – габаритна довжина автомобіля, м;

$l$  – відстань між автомобілями, які стоять на двох послідовних постах, м;

$V_k = 10 \dots 15$  м/хв – швидкість переміщення автомобіля конвеєром.

$t_n = (8,5 + 1,5) / 10 = 1$  хв.

Число ліній обслуговування визначається за формулою

$$X_{л} = \frac{\tau_{л}}{l}, \quad (2.3)$$

Число постів для УН визначаємо за формулою:

$$X_{пун} = \frac{a \cdot \sum T_{гн} \cdot \varphi}{D_3 \cdot T_{см} \cdot P_n \cdot K} \quad (2.31)$$

де  $a$  – коефіцієнт, що враховує частку обсягу робіт, що виконуються на постах УН найбільш завантаженої зміну ( $a = 0,5 \dots 0,6$ );

$\sum T_{гн}$  – річний обсяг робіт на посаді УН, чол. ч;

$\Phi$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність надходження автомобіля до зони УН;

$D_3$  – число днів роботи зони за рік;

$T_{см}$  – тривалість однієї зміни, г;

$P_{п}$  – число робочих постів.

Отримання значення, розподіляємо за видами робіт і заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок числа постів і ліній

Показник	Взаємодія					
	ЩО	Д – 1	ОР – 1	Д – 2	ОР – 2	УН
$t_n, \text{хв}$	$\frac{0,5 \cdot 60}{2} + 2 = 7,5$	$\frac{0,24 \cdot 60}{1} + 2 = 16,4$	$\frac{1,22 \cdot 60}{1} + 2 = 75,2$	$\frac{1,92 \cdot 60}{1,5} + 2 = 177,2$	$\frac{5,7 \cdot 60}{2} + 2 = 173$	-----
$R, \text{хв}$	$\frac{17 \cdot 60}{220,96} = 1,9$	$\frac{7 \cdot 60}{97} = 43$	$\frac{7 \cdot 60}{6,14} = 68,4$	$\frac{7 \cdot 60}{3,5} = 120$	$\frac{7 \cdot 60}{2,95} = 142,4$	-----
$X_n, \text{пост.}$	$\frac{7,5}{1,9} = 3,94 \approx 4$	$\frac{16,4}{43} = 0,38 \approx 1$	$\frac{75,2}{68,4} = 1,09 \approx 1$	$\frac{117,2}{120} = 0,97 \approx 1$	$\frac{173}{142,4} = 1,2 \approx 1$	$\frac{0,5 \cdot 47511 \cdot 1}{305 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,9} = 6,79 \approx 7$

Для раціонального використання виробничого корпусу доцільно з'єднати роботи:

1) ОР – 1 і ОР- 2 з'єднуємо в одну лінію (1пост + місце очікування): ОР – 1 буде працювати в другу зміну, а ОР – 2 в першу зміну;

2) Д – 1 і Д – 2 доцільно з'єднати в лінію ( два поста + місце очікування): Д – 1 і Д – 2 буде працювати в другу зміну, а Д – 2 в першу зміну.

#### 2.4 Розрахунок числа міст очікування і ремонту автомобілів

Для поточних ліній ОР - приймається за одним місцем очікування кожної лінії. Для індивідуальних постів ОР, діагностика та УН місця очікування визначають як 20% від кількості працюючих постів.

Так як роботи з ОР-1 та ОР-2, Д-1, Д-2 виконується на лініях, для них передбачаємо по одному посту очікування, для УН приймаємо 20% кількості робочих постів:  $X_{моуН} = 0,2 \cdot 7 = 1,4 \approx 1$ .

Місця очікування для всіх видів робіт передбачаємо у приміщеннях для робочих постів.

## 2.5 Розрахунок площ виробничо-складських приміщень

### 2.5.1 Розрахунок площ виробничих приміщень

Розрахунок площ виробничих ділянок за видами робіт визначаємо за формулою:

$$F_y = f_1 + f_2 \cdot (P_y - 1), \quad (2.32)$$

де  $f_1$  – питома площа виробничої ділянки першого працюючого, м<sup>2</sup>/люд.  
 $f_2$  – питома площа виробничої ділянки кожного наступного працюючого, м<sup>2</sup>/люд.;

$P_y$  – явна кількість робочих, люд.

Розрахунок площ ділянок зводимо до таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Розрахунок площ ділянок

Ділянки	Площа, м <sup>2</sup>		
	На першого працівника	На кожного працівника	Всього
1 Агрегатний	22	14	106
2 Слюсарно-механічний	18	12	57
3 Електротехнічний	15	9	24
4 Ремонт приборів систем живлення	14	8	22
5 Акумуляторний	21	15	21
6 Шиномонтажний	18	15	---
7 Вулканізаційний	12	6	30
8 Ковальсько-ресорний	21	5	21
9 Мідницький	15	9	15
10 Зварювальний	15	9	---
11 Бляшаний	18	12	45
12 Арматурний	12	6	---
13 Обойний	8	5	8
14 Деревообробний	24	18	24
Всього			373

### 2.5.2 Розрахунок площ зон

Розрахунок площ зон виконується наступним чином. Площа зони з індивідуальними постами визначається за формулою

$$F_3 = X_n \cdot fabm \cdot K_n, \quad (2.33)$$

де  $X_n = X_n + X_m, ож$  – число постів з урахуванням міст очікування;

$fabm$  – площа, яка займається автомобілем,  $m^2$ ;

$K_n$  – коефіцієнт густини розташування обладнання.

$$F_{3op,d} = 7 \cdot (8,5 \cdot 2,5) \cdot 6 = 892 \text{ м}^2,$$

$$F_{yn} = 8 \cdot (8,5 \cdot 2,5) \cdot 6 = 1020 \text{ м}^2.$$

Визначаємо площу фарбувальної ділянки:

Площа зони з поточними лініями визначається за формулою

$$F_{з(EO)} = L_l \cdot B_l \cdot X_l, \quad (2.34)$$

де  $L_{лі} = X_n \cdot labm + (X_n - l) \cdot a + 2 \cdot b$ ;

$a$  і  $b$  – відстань між автомобілями і до воріт  $m$ ;

$labm$  – габаритна довжина автомобіля,  $m$ ;

$B_l = 6m$  – ширина лінії;

$X_l$  – число постів на лінії з урахуванням місць очікування, крім ЩО;

$L_l$  округляємо в більшу сторону кратну  $6m$ :

$$L_{eo} = 5 \cdot 8,5 + (5 - 1) \cdot 1,5 + 2 \cdot 1,5 = 48 \text{ м}.$$

$$F_{з(EO)} = 48,5 \cdot 6 \cdot 5 = 1455 \text{ м}^2.$$

### 2.5.3 Розрахунок площ складських приміщень

Площі складських приміщень визначаються за питомими нормами площ на 10 одиниць рухомого складу:

$$F_{скл} = 0,1 \cdot A_{сп} \cdot f_{yi} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.35)$$

де  $f_{yi}$  – питома площа складських приміщень за спеціалізаціями,  $m^2$

$K_1$  – коефіцієнт, який залежить від середньодобового пробігу;

$K_2$  – коефіцієнт, який залежить від спискового числа технічно сумісних рухомих складів;

$K_3$  – коефіцієнт, який залежить від типу рухомого складу;

$K_4$  – коефіцієнт, який залежить від висоти складування;

$K_5$  – коефіцієнт, який залежить від категорії умов експлуатації.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Площа складських приміщень

Складські приміщення і споруди	$F_y, \text{м}^2$ .	$F_{\text{скл}}, \text{м}^2$
1 Запасні частини, матеріали і експлуатаційні матеріали	4	54
2 Двигуни, агрегати і вузли	2,5	34
3 Мастильні матеріали( з насосної станції)	1,6	21
4 Лакофарбувальні матеріали	0,5	7
5 Інструменти	0,15	2
6 Кисень і ацетилен в балонах	0,15	2
7 Метал, металобрухт і цінний утиль	0,25	3
8 Автомобільні шини	2,4	33
9 Приміщення для короткострокового зберігання запасних частин та матеріалів	0,8	11
10 Піломатеріали	0,3	4
Всього		172

Площа підсібних приміщень визначається за збільшеними нормами:

$$F_{\text{компр}} = 17\text{м}^2, F_{\text{насосн.}} = 10\text{м}^2, F_{\text{вентил}} = 25\text{м}^2, F_{\text{трансф}} = 17\text{м}^2,$$

#### 2.5.4 Розрахунок площі зони зберігання

Площа зони зберігання визначається за формулою

$$F_{\text{з хр}} = A_{\text{сп}} \cdot f_{\text{авт}} \cdot K_{\text{пл}}, \quad (2.36)$$

де  $A_{\text{сп}}$  – число автобіле-міст зберігання;

$f_{\text{авт}}$  – площа, яку займають автомобілі по габаритам,  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{пл}} = 3$  – коефіцієнт щільність розстановки автомобілів.

$$F_{\text{з хр}} = 195 * 8,5 * 2,5 * 3 = 12431\text{м}^2$$



## 3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗОНИ ДІАГНОСТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

### 3.1 Загальні положення

Для прийняття персоналом інженерно-технічної служби автомобільного транспорту ефективних рішень щодо оперативного управління виробничими процесами технічної експлуатації автомобілів виникає необхідність у використанні достовірної інформації про технічний стан кожного окремо взятого автомобіля. Основними методами отримання інформації на автомобільному транспорті є технічний контроль, що включає огляд та діагностування.



Рисунок 3.1 – Зона діагностування вантажних автомобілів

У зв'язку з ускладненням конструкції автомобілів технічно здійснювати перевірки стало складніше, а вимоги до індивідуальної інформації зросли.

Технічне діагностування. Визначення технічного стану об'єкта діагностування з певною точністю. Діагностування завершується видачею висновку про необхідність проведення виконавчої частини операцій ТО чи ремонту.

Перевірка ефективності гальм здійснюється методами ходових та стендових випробувань. Широке поширення у всьому світі набули стенди з біговими барабанами інерційного типу. Перевагами цих стендів є високий ступінь точності та достовірності визначення показників (за рахунок забезпечення високої стабільності коефіцієнта зчеплення між колесами

автомобіля та барабанами стану), можливість випробувань гальм у режимах, що наближаються до реальних, чим забезпечується висока інформативність перевірки. Однак стени інерційного типу металомістки (з інерційними масами до 5 тонн) та енергоємності [12].

Найбільш доцільно застосування стендів даного типу при проведенні приймального контролю автомобілів з метою комплексної оцінки їх тягових та гальмівних властивостей.

Метою кваліфікаційної роботи є впровадження в існуюче підприємство зони діагностики, в якому передбачено діагностування вантажних автомобілів категорій 2 та 3.

Проектом передбачається збільшення виробничої потужності, підвищення рівня механізації виробничих процесів, покращення гігієнічних умов праці, здійснення технічних заходів щодо покращення охорони навколишнього середовища.

Пости діагностики розташовані в відокремленому приміщенні, де виконуються роботи з діагностування:

- гальмівної системи;
- кутів встановлення керованих коліс;
- приладів освітлення та сигналізації;
- тягово-економічні якості автомобілів.

Гальмівний стенд розташований так, щоб дозволити діагностування як переднього, так і заднього мостів, не створюючи перешкод для виконання робіт на іншій посаді.

Оглядова канава в зоні спроектована так, щоб її габаритна довжина була не менше габаритної довжини двох автомобілів марки КрАЗ, що стоять на постах. Ширина її прийнята з розмірів колії вищезгаданої марки. Глибина передбачає вільний доступ до агрегатів, вузлів та деталей, що розташовані знизу рухомого складу.

### **3.2 Призначення та характеристика зони діагностування**

Зона діагностування складається з двох постів (через нестачу площі місце очікування розташоване поза виробничого корпусу).

Для діагностики передніх коліс та рульового управління на першому посту проектом передбачені стени:

- майданчиковий для діагностики передніх коліс;

- стенд для діагностики рульового управління.

Також є гідравлічний підйомник, за допомогою якого можна перевірити стан підшипників маточин та затирання колодок.

На другому посту розміщено комбінований стенд з біговими барабанами. На ньому діагностують ефективність гальмівної системи, двигун, трансмісію, спідометр та тахометр.

Приладом для перевірки фар здійснюється контроль правильності їх встановлення. Також на другому пості перевіряють світлову сигналізацію та витрату палива.

До комплексу належать приміщення:

- операторська, тут провадиться управління робочим процесом комплексу;

- слюсарну ділянку, в ній можуть бути усунені дрібні несправності, виявлені під час діагностування;

- електросилова ділянка призначена для роздачі електрики по ділянках та постах;

### **3.3 Взаємодія в автомобіля зі стендом з біговими. Огляд стендів для перевірки гальм тривісних автомобілів**

Барабанні стенди для перевірки тривісних автомобілів (ТА) з'явилися понад п'ятдесят років тому, коли ще не було усталених конструкцій самих ТА [2, 12].

Відомі основні конструктивні схеми стендів для перевірки ТА (рисунок 3.2). Тут  $d$  – коефіцієнт використання навантаження.

Найпростіша з них – звичайний стенд для перевірки двовісних автомобілів, пристосований для перевірки великовантажних тривісних автомобілів (ВТА).

На стенд по черзі встановлюють кожну з осей автомобіля, що перевіряється. Умовимося називати такі стенди одновісними.

Стенди, на яких одночасно встановлюються для перевірки всі колеса, називають повноопорним.

На деяких повнопорних стендах колеса однієї з осей спираються на спарені барабани, решта - на одинарні барабани такого ж чи більшого діаметру.

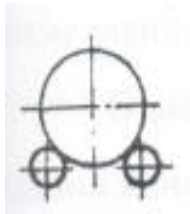
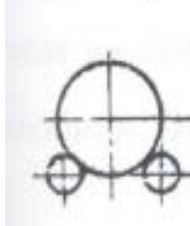
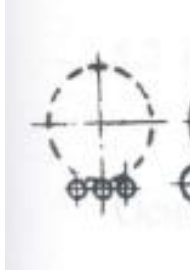
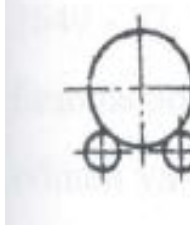
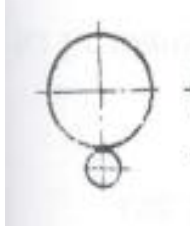
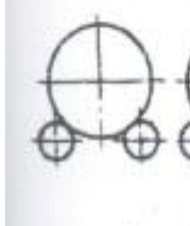

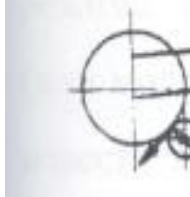
	<p>Фірма HF, ВМПС, ХАДІ</p>	<p><math>q</math> до 1,1. Висока металоємність, вплив люфтів у підвісці на якість перевірки</p>
	<p>4919 (Автотехніка), СК-2-К 267 (ЧПІ)</p>	<p>Спеціалізовані, потребує фіксації, висока металоємність</p>
	<p>СТТ-3 (ХАДІ- ДСПБК)</p>	<p><math>q</math> до 1,2. Низька продуктивність, вплив люфтів у підвісці на якість перевірки</p>
	<p>СДА (Латвія), ВРЕКОН BS</p>	<p><math>q</math> до 0,8. Низька продуктивність, непридатні для трьохосних автомобілей</p>
	<p>SCHENCK (Германія)</p>	<p>Мале <math>q</math>. Висока металоємність, вплив люфтів у підвісці на якість перевірки</p>
	<p>ГКТІ автопром, КраЗ</p>	<p><math>q</math> до 0,3. Висока металоємність, спеціалізовані стенди, низька стійкість</p>
	<p>Запропоновано СЗПІ</p>	<p>Не забезпечена стійкість, перевірка одиночних мостів ускладнена</p>
	<p>ХАДІ</p>	<p><math>q</math> більше 2,0. Низька металоємність, недостатня стійкість</p>

Рисунок 3.2 – Схеми барабанних стендів для перевірки ВТА

Нарешті, існують двовісні стенди, на яких перевіряють одночасно колеса двох мостів балансірного візка трьох-або багатовісного автомобіля.

За взаємним розташуванням барабанів розрізняють стенди симетричної та несиметричної схем. При установці барабанів на одній висоті схему називають симетричною, якщо передній і задній барабани кожної пари розташовані в різних рівнях, схема називається несиметричною [7].

Для підвищення гальмівних сил, що реалізуються, стенди іноді оснащують довантажувальними пристроями, які можуть створювати додаткову силу (у вертикальному, похилому або горизонтальному напрямку), що збільшує сумарні сили зчеплення шин з барабанами.

За методом перевірки розрізняють стенди силового та інерційного типів.

На силових стендах момент, що крутить, створюється приводом і передається через барабани на загальмоване колесо. Вимірюють реактивний момент на балансірному встановленому приводі. Використовуючи датчик ковзання, випробування припиняють, коли шина зупиняється, а барабани продовжують обертатися. Швидкість перевірки становить 2...6 км/год (рідко до 12 км/год).

При інерційному методі перевірки крутний момент створюють сили інерції елементів барабанного стенду і автомобіля, що обертаються, (колесо і пов'язані з ним деталі). Гальмівний механізм поглинає кінетичну енергію елементів, що обертаються. Вимірюються параметри процесу гальмування (швидкість, уповільнення, гальмівний шлях тощо). Швидкість випробувань - 40...160 км/год.

Одна з переваг інерційних стендів зручність об'єднання їх в одній конструкції зі стендом для тягових випробувань, це дозволяє на тому самому комбінованому стенді перевіряти гальмові та тягові якості автомобіля. Відмінністю інерційного стенду є висока швидкість перевірки.

### 3.4 Вимоги до стендів

Основні вимоги до стендів регламентовані стандартом "Автомобілі легкові, вантажні, автобуси та автопоїзди. Вимоги безпеки до технічного стану. Методи перевірки". Нормативи для загальної питомої  $\gamma_T$ , наведені в ДСТУ 3649-97, обчислюємо за умови сумісності стендових випробувань із дорожніми:

$$\gamma_T m_a g = j m_a, \quad (3.1)$$

де  $\gamma_{\tau}$  – загальна питома гальмівна сила;

$m_a$  – повна маса автомобіля, кг;

$g = 9,80665 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;

$j$  – уповільнення автомобіля при дорожніх випробуваннях,  $\text{м/с}^2$ .

Практично це означає, що при стендових випробуваннях треба досягти тих же значень гальмівних сил, що й при дорожніх випробуваннях в аварійному режимі. Тобто, іншими словами, гальмування на стенді має імітувати (або моделювати) аварійне гальмування. Головні з них – відтворити температурний режим, силу притискання накладок до барабана та швидкість. Останнє менш важливе, за умови, якщо відтворюватиметься температура. На силовому стенді швидкість та температура не відтворюються; на інерційному це можливо. Складніша ситуація з силовим режимом: він обмежений силами зчеплення колеса з барабанами.

На сьогоднішній день в АТП використовують стенди, на яких не виконуються вимоги щодо реалізації гальмівних моментів [7].

Щоб виключити прослизання колеса, рекомендується часткове загальмовування, тобто. режим, коли створюють часткове, зусилля на педалі (або тиск) у системі та в результаті розвивається неповна гальмівна сила в гальмівних механізмах (або уповільнення досягає якоїсь часткової величини від повного). У цих випадках виконуємо корекцію сил гальмування за формулою:

$$P_{m \max} = \frac{\Delta P_n}{\Delta P} P_m, \quad (3.2)$$

де  $P_m$  - вимірювана сила гальмування контрольованого колеса, Н;

$\Delta P_n$  – нормативна сила натискання на педаль гальма (чи відповідний тиск у гальмівному приводі), Н;

$\Delta P$  - Привідна сила на педалі гальма (або тиск у приводі), при якому вимірюється  $P_m$ , Н.

Оцінити можливості різних типів стендів можна за коефіцієнтом використання навантаження:

$$q = \frac{P_m}{G_k}, \quad (3.3)$$

де  $P_m$  – гальмівна сила, яка розвивається гальмівним механізмом одного з коліс автомобіля при іспитах на стенді, Н;

$G_k$  – вага, яка приходить на це колесо при стендових іспитах, Н.

Використання частини експериментальної залежності  $M_m = f(P)$  (діагностування при приватному тиску в приводі гальмівного механізму) для екстраполяції значень гальмівного моменту в область максимального тиску в приводі призводить до помилок, які досягають 65 ... 90%. Помилки мають місце при екстраполяції з використанням як полінома першого, так другого і третього ступенів. Крім того, у автомобілів сімейства КраЗ при тиску в приводі менше 0,45 МПа автоматично спрацьовує самогальмування енергоакумуляторів, а відключення їх для потрібної кількості гальмування потребує тривалих підготовчо-заклучних операцій. Тому слід шукати шляхи реалізації максимальних гальмівних моментів під час перевірки гальм на барабанних стендах, а також для пошуку та уточнення несправностей гальмівної системи. Одним із можливих рішень є використання спеціальних швидкодіючих пристроїв, що збільшують тангенціальну силу між барабаном та колесом. Інший можливістю збільшення гальмівного моменту, що реалізується, є підвищення коефіцієнта зчеплення  $\varphi$  в контакті барабан-колесо. Для інерційних стендів велику роль грає розподіл інерційних мас між переднім і заднім барабаном, а також співвідношення інерційної маси колеса і елементів стенду, що обертаються. Нарешті, важливим фактором є геометрія барабанного стенду (міжцентрова відстань і діаметр барабанів, а також їхнє взаємне розташування по вертикалі), щоб дізнатися, чи достатньо цих заходів, необхідна математична модель взаємодій коліс ТА з барабанним стендом.

При перевірці на барабанному стенді особливий інтерес має взаємодія зі стендом коліс візка.

Аналіз стану питання дозволяє зробити такі висновки.

1. Інерційний стенд забезпечує кращу якість перевірки гальм, ніж силовий.

2. Перевірка пневматичних гальмівних систем тривісних вантажних автомобілів, зокрема сімейства КраЗ, у часткових за приводним зусиллям режимах з подальшою екстраполяцією на повний режим неприпустима.

3. Необхідно проаналізувати можливості реалізації на барабанному стенді повних режимів перевірки гальм за рахунок удосконалення компоувальні та геометричної схеми стенду.

4. Для зазначеного у висновку 3 аналізу необхідно розробити теорію силової взаємодії балансірного візка тривісного автомобіля зі стендом для перевірки гальм.

### 3.5 Теоретичне дослідження силової взаємодії тривісного автомобіля зі стендом

Запропоновано робочу гіпотезу: необхідні значення гальмівних сил можна отримати за рахунок раціонального вибору геометричної схеми стенду, використовуючи особливості підвіски візка тривісного автомобіля. Для визначення залежності  $q$  від різних параметрів автомобіля стенду було розроблено математичну модель взаємодії системи автомобіль – стенд. Взаємодія переднього колеса зі стендом описується рівнянням для двовісного автомобіля. При розгляді математичної моделі взаємодії коліс візка ВТА з барабанами стенду було враховано такі особливості стенду та автомобіля.

1. Стенд має 4 пари робочих барабанів для одночасної перевірки середнього та заднього мостів.

2. Схема стенду симетрична, тобто. передні та задні барабани знаходяться на одній висоті.

3. Конструкція візка така, що мости кріпляться до рами за допомогою реактивних штанг, а ресора може повертатися навколо балансірної осі, що лежить близько до прямої осі задніх коліс (одноопорна розвантажена схема).

4. Осі реактивних штанг не паралельні між собою, і в загальному випадку не горизонтальні.

При аналізі взаємодії ВТА та стенду були прийняті такі припущення:

1. Податливість реактивних штанг близька до 0.
2. Середній та задній мости заднього візка паралельні між собою.
3. Пружні характеристики шин та підвіски лінійні.
4. Сили тертя в осях і опорах ресор і опору коченню дуже малі.
5. Коефіцієнт зчеплення шин з усіма барабанами однаковий і постійний.
6. Зміщення осей коліс, що викликаються деформаціями шин, дуже невеликі.

7. Гальмівні моменти на лівому та правому колесах кожного мосту однакові (це дозволяє розглядати рівновагу одного з коліс моста).

8. Кути між вертикаллю та лінією з'єднуючої осі колеса та барабанів, на які воно спирається, однакові та рівні.

Таким чином, автомобіль представлений у вигляді семи тіл: середнього та заднього коліс, середнього та заднього мостів, переднього моста з колесом, ресори та остова (рами). При гальмуванні на стенді коліс заднього візка



гальмівні моменти на середньому та задньому мостах передаються через реактивні штанги на раму автомобіля.

Рівнодійна сил у реактивних штангах зміщує раму автомобіля, яка через передню підвіску зміщує передній міст.

Цьому зсуву перешкоджає сила зчеплення загальмованих передніх коліс з підлогою  $H$ , яка за абсолютною величиною дорівнює горизонтальному зусиллю в підвісці передніх коліс  $X$ , і визначає величину реактивного переднього моменту  $M$ .

Для її визначення слід скласти рівняння сумісності деформацій пружних елементів автомобіля (підвіски та шин) горизонтальний напрямком.

Цьому зсуву перешкоджає сила зчеплення загальмованих передніх коліс з підлогою  $H$ , яка за абсолютною величиною дорівнює горизонтальному зусиллю в підвісці передніх коліс  $X_n$ , і визначає величину переднього реактивного моменту  $M_n$ .

Для її визначення слід скласти рівняння сумісності деформацій пружних елементів автомобіля (підвіски та шин) у горизонтальному напрямку.

З метою підвищення величини гальмівного моменту, що реалізується, можна використовувати і відмінне від горизонтального положення реактивних штанг. Автори відзначають нерівність гальмівних моментів, що реалізуються на середньому та задньому мостах. Причиною цього називалася відмінність кутів встановлення реактивних штанг.

Математична модель взаємодії автомобіля з барабанним стендом дозволяє також оцінити вплив кутів установки реактивних штанг середнього та заднього мостів.

Останнім часом на стендах все частіше застосовують пристрої, що довантажують (фіксатори) для збільшення навантаження на вісь автомобіля. Ці пристрої, що довантажують, істотно підвищують значення реалізованої тангенціальної сили в контактні колесо-барабан в процесі гальмування, дозволяють працювати в режимі повного навантаження.

У той же час використання довантажувальних пристроїв дорожчає обладнання та збільшує час перевірки.

Цікаві варіанти застосування горизонтального довантаження, яке порівняно простими способами суттєво покращує якість перевірки гальм, підвищує стійкість автомобіля: на барабанному стенді, дозволяє механізувати процес довантаження.

Розглянемо можливість використання геометрії стенду, підвищення коефіцієнта використання навантаження  $q$ .

Відома можливість підвищення за рахунок кута між вертикаллю, опущеної з центру колеса, що стоїть на барабанах з лінією, що з'єднує центри колеса і барабана.

Поряд із стендами, в яких колесо спирається на два барабани, існують стенди, на яких кожне випробуване колесо встановлюють на одиночний барабан. Відомі стенди для здійснення такого способу для одночасної установки коліс двох осей, наприклад, стенд а.с. 69415. При випробуваннях на цих стендах необхідно кріпити транспортний засіб від поздовжнього переміщення за допомогою, наприклад, тяг, які можуть бути влаштовані силовимірвальні елементи. У цьому випадку суттєвою ознакою є встановлення колеса на одній вертикалі з віссю барабана.

Переваги цього способу - можливість здійснення на стенді зі зменшеним числом барабанів. Недолік – необхідність закріплення транспортних засобів перед випробуваннями та зняття кріплень після випробувань. Це збільшує підготовчо-заключний час, знижує пропускну спроможність стенду і подорожчає випробування.

Для подолання цього недоліку було висунуто припущення щодо використання геометрії візка тривісного автомобіля для одночасної перевірки гальм середнього та заднього мостів.

Це досягається тим, що колеса спарених мостів транспортного засобу встановлюються кожне на одиночний барабан.

Площини, що проходять через вісь кожного колеса і барабана, що підтримує його, розташовуються під кутом до вертикальних площин, проведених через осі барабанів, і перетинаються нижче рівня осей барабанів і між зазначеними вертикальними площинами (рисунок 3.3).

Відстань між осями барабанів має бути меншою, ніж відстань між осями спарених мостів автомобіля.

Такий спосіб дозволяє випробовувати транспортні засоби зі спареними мостами, у тому числі не мають міжосьового диференціала, на звичайних стендах зі спареними барабанами без зниження продуктивності, ускладнення конструкції стенду та без порушення нормальних режимів роботи двигуна та трансмісії.

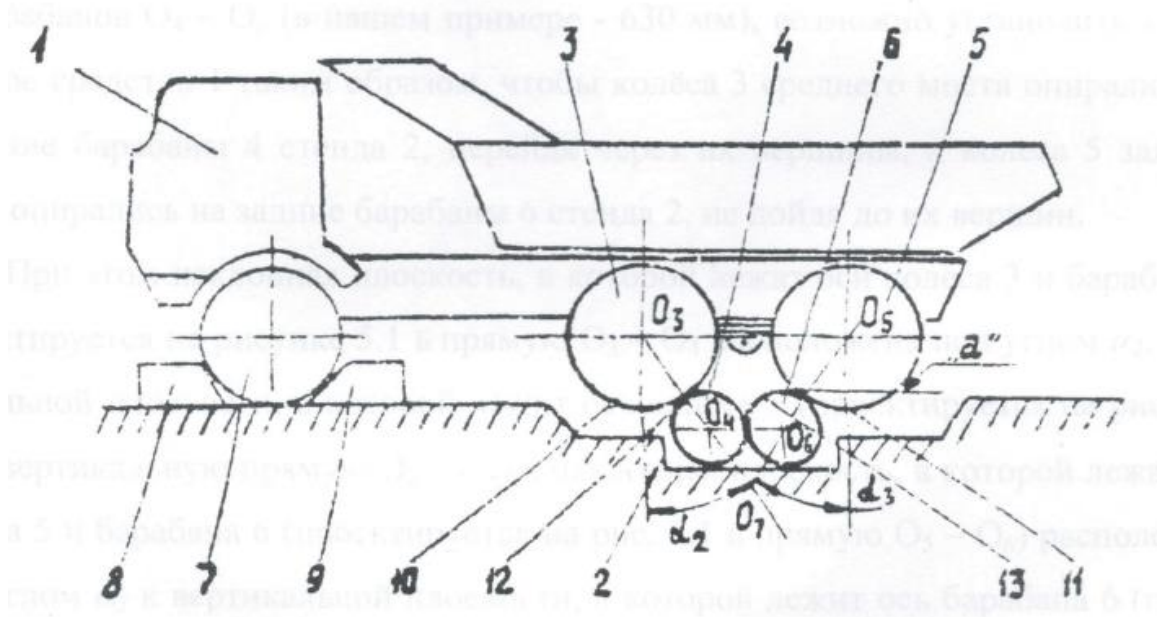


Рисунок 3.3 – Встановлення на стенд транспортного засобу зі спареними мостами

Нижче описаний конкретний приклад здійснення способу, проілюстрованого кресленнями, де на рисунку 3.3 показана схема установки на стенд транспортного засобу зі спареними мостами при випробуваннях за пропонованим способом:

- на рисунку 3.3, а показана схема сил, що діють при тягових випробуваннях за пропонованим способом;
- на рисунку 3.3, б у розрізі показано можливе зміщення коліс та мостів транспортного засобу при тягових випробуваннях за пропонованим способом;
- на рисунку 3.4, а показано схему сил, що діють при гальмівних випробуваннях за пропонованим способом;
- на рисунку 3.4, б у розрізі показано можливе зміщення коліс та мостів при гальмівних випробуваннях по справжньому способу.

Транспортний засіб 1 зі спареними мостами, наприклад, тривісний автомобіль КрАЗ-7140, встановлюють на стенд, що має дві пари бігових барабанів, наприклад, стенд СК-3. Оскільки відстань між осями спарених мостів  $O_3$ -  $O_5$  (у нашому прикладі - 1320 мм) більше, ніж відстань між осями барабанів  $O_4$ -  $O_6$  (у нашому прикладі - 630 мм), можливо встановити транспортний засіб 1 таким чином, щоб колеса середнього 3 моста спиралися на передні барабани 4 стенда 2, перейшовши через вершини, а колеса 5 заднього моста спиралися на задні барабани 6 стенда 2, не дійшовши до їх вершин.

При цьому похила площина, в якій лежать осі колеса 3 і барабана 4 (проекується на рисунку 3.2, б пряму  $O_3 - O_4$  розташована під кутом  $\alpha_2$ , до вертикальної площини, в якій лежить вісь колеса 3 (проекується на малюнку 5.1 вертикальну пряму  $O_3 - O_3$ ) а похила площина, в якій лежать осі колеса 5 і барабана 6 (проекується на рисунку 3.2, в пряму  $O_3 - O_6$ ) розташована під кутом  $\alpha_3$  до вертикальної площини, в якій лежить вісь барабана 6 (проекується у вертикальну пряму  $O_6 - O_6$ ).  $\alpha_2 = \alpha_3 = 33^\circ$  Вказані похилі площини перетинаються по прямій лінії, яка лежить нижче площині осей барабанів  $O_4 - O_6$  (у нашому прикладі - на 487 мм) і між зазначеними вертикальними площинами і проектується в точку  $O_7$ . упори 6 і 9. Включають двигун транспортного засобу 1, при необхідності блокують міжосьовий диференціал (не показаний), обертають колеса 3 і 5 і барабани 4 і 6. Доводять швидкість потрібної величини, включають навантажувальний пристрій і вимірювальну систему стенду (не показана), вимірюють та реєструють параметри тягових випробувань, наприклад, тягову силу або потужність.

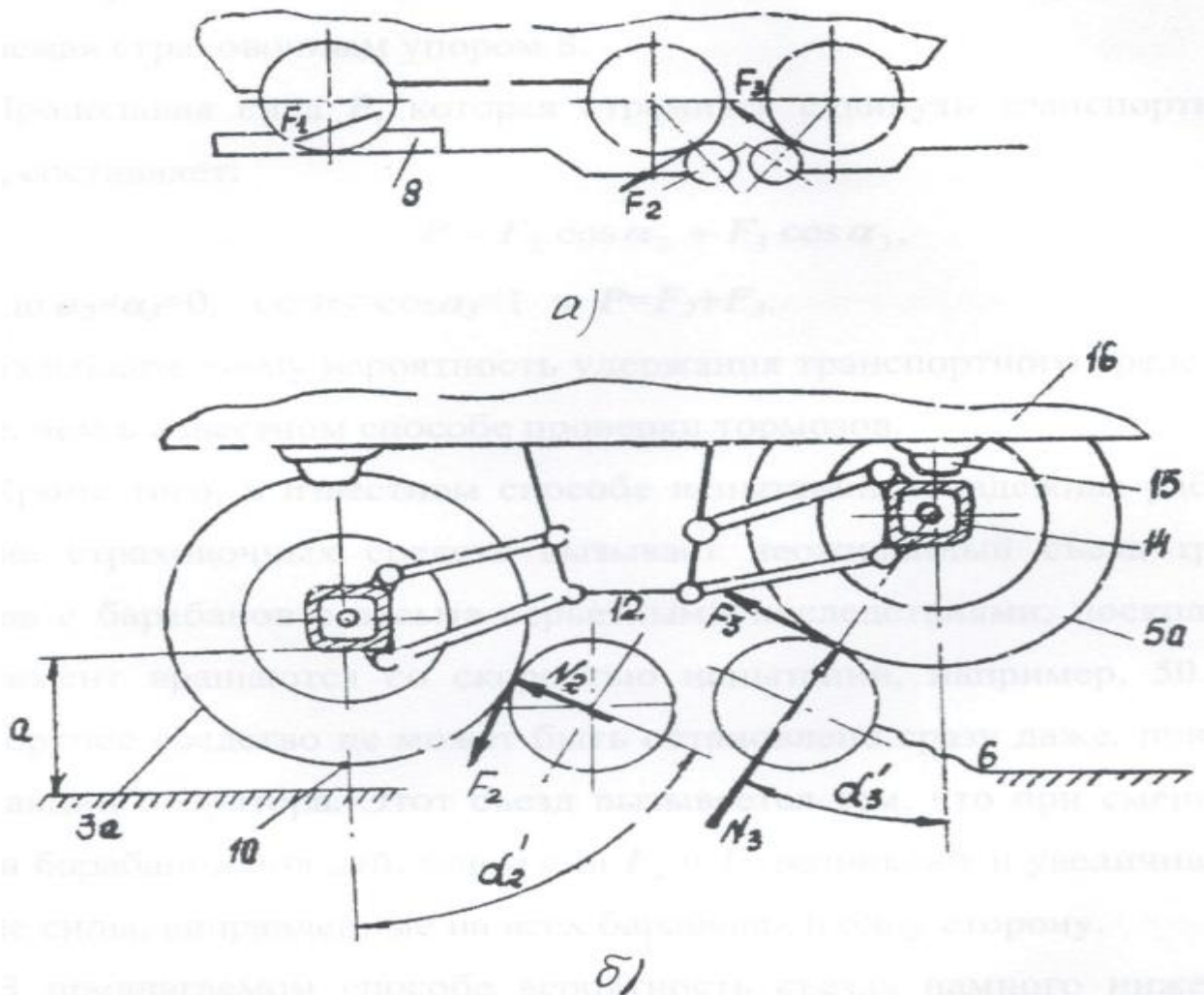


Рисунок 3.3 – Схема сил під час тягових випробувань

Нижні точки 10 колеса 3 і колеса 11 5 розташовані нижче, ніж вершини 12 барабана 4 і 13 барабана 6 (у нашому прикладі при симетричній установці - в середньому на 102 мм). Ділянки підлоги та (або) конструкції стенду, що знаходяться під точками 10 і 11, опущені щодо вершин 12 і 13 на величину "а", яка перевищує різницю рівнів точок 10 і 12 і то чек 11 і 13 в будь-який момент випробувань, крім моменту установки транспортного засобу на стенд та з'їзду з нього.

При тягових випробуваннях опір, що розвивається навантажувальним пристроєм стенду, створює тангенціальні сили в контактах коліс з барабанами  $F_2$  й  $F_3$  (рисунок 3.3). Ці сили прагнуть зрушити транспортний засіб уперед, як і за відомого способу випробувань. Зміщення перешкоджає сила  $F_1$ , що створюється страхувальним упором 8.

Поздовжня сила  $P$ , яка прагне зрушити транспортний засіб вперед, становить:

$$P = F_2 \cos a_2 + F_3 \cos a_3, \quad (3.4)$$

де  $a_2 = a_3 = 0$ ,  $\cos a_2 = \cos a_3 = 1$  і  $P = F_2 + F_3$ .

Завдяки цьому ймовірність утримання транспортного засобу 1 упором 8 вище, ніж відомому способі перевірки гальм.

Крім того, у відомому способі випробувань ненадійна робота або руйнування страхових засобів викликає несподіваний з'їзд транспортного засобу з барабанів з дуже серйозними наслідками, оскільки колеса в цей момент обертаються зі швидкістю випробувань, наприклад, 50...60 км/год, і транспортний засіб не може бути зупинений відразу навіть при своєчасній реакції оператора. Цей з'їзд викликається тим, що при зміщенні коліс з вершин барабанів під дією сил  $F_2$  і  $F_3$  виникають і збільшуються сили, що скачують, спрямовані на всіх барабанах в один бік.

У запропонованому способі ймовірність з'їзду набагато нижча. По-перше, менша сила  $P$ , що зміщує транспортний засіб. По-друге, сили, що скачують на передніх і задніх барабанах спрямовані в різні сторони і повністю або частково компенсують один одного. По-третє, при переміщенні транспортного засобу вперед колеса 3 переднього зі спарених мостів зміщуються вперед і вниз, положення 3а (рисунок 3.3, б), а колеса 5 зміщуються вперед і вгору, положення 5а. Зміщення можливе до тих пір, поки балка 14 заднього зі спарених мостів не упреться в обмежувач 15 на рамі 16 або іншому елементі

транспортного засобу. При цьому кут  $a_2$  збільшиться  $a_3$  до величини  $a_2$  зменшиться до величини  $a_3$ , яка, проте, істотно відмінна від нуля.

Для випробування гальм інерційним способом блокуємо міжосьовий диференціал, доводимо швидкість коліс і барабанів до заданої величини, розблокуємо міжосьовий диференціал, відключаємо привід коліс і барабанів, щоб вони оберталися тільки за інерцією, перериваємо кінематичний зв'язок між правими та лівими барабанами, для чого, наприклад, розмикаємо зчїпну муфту, включає вимірювальні системи стенду і гальмівну систему транспортного засобу. У процесі гальмування вимірюємо та реєструємо параметри випробувань, наприклад, уповільнення та гальмівний шлях кожного колеса чи барабана. Щоб останнє було можливим, стенд повинен мати окремі датчики вимірювальних систем для кожного з барабанів (або коліс).

Стенд для випробувань гальм описаним способом не повинен мати зв'язку між передніми та задніми барабанами. Якщо такий зв'язок є (наприклад, ланцюгова передача), у нього має бути вбудований елемент, що дозволяє розривати зв'язок, наприклад, зчїпна муфта, встановлена між однією із зірочок передачі та валом барабана.

При випробуванні гальм сили  $F_2$  і  $F_3$  змішують транспортний засіб назад (рисунок 3.4, а) Зміщення перешкоджає сила зчеплення з підлогою загальмованих вільних коліс 7 (сила  $H$ ) і реакція страхувального упору 9  $F_1$  (рисунок 3.4). Якщо суми цих двох сил недостатньо для утримання транспортного засобу (у ненормальній ситуації – наприклад, повністю відмовили гальма вільних коліс, а під упор 9 потрапило мастило), транспортний засіб змішуватиметься назад до тих пір, поки балка 17 переднього зі спарених мостів не упреться обмежувач 18 на рамі 16 (рисунок 3.4, б). Подальшому зсуву перешкоджатиме горизонтальна складова сили  $N_2$ , що зросла в результаті перерозподілу, аналогічного вищеописаному.

Виконання випробувань по справжньому способу, зокрема, при описаному вище взаємному розташуванні коліс і бігових барабанів, викликає появу в контактах шин з барабанами сил, які підвищують стійкість транспортного засобу на стенді при випробуваннях.

Завдяки цьому відпадає необхідність кріплення транспортного засобу, знижується підготовчо-заклучний час, підвищується пропускна спроможність стенду.

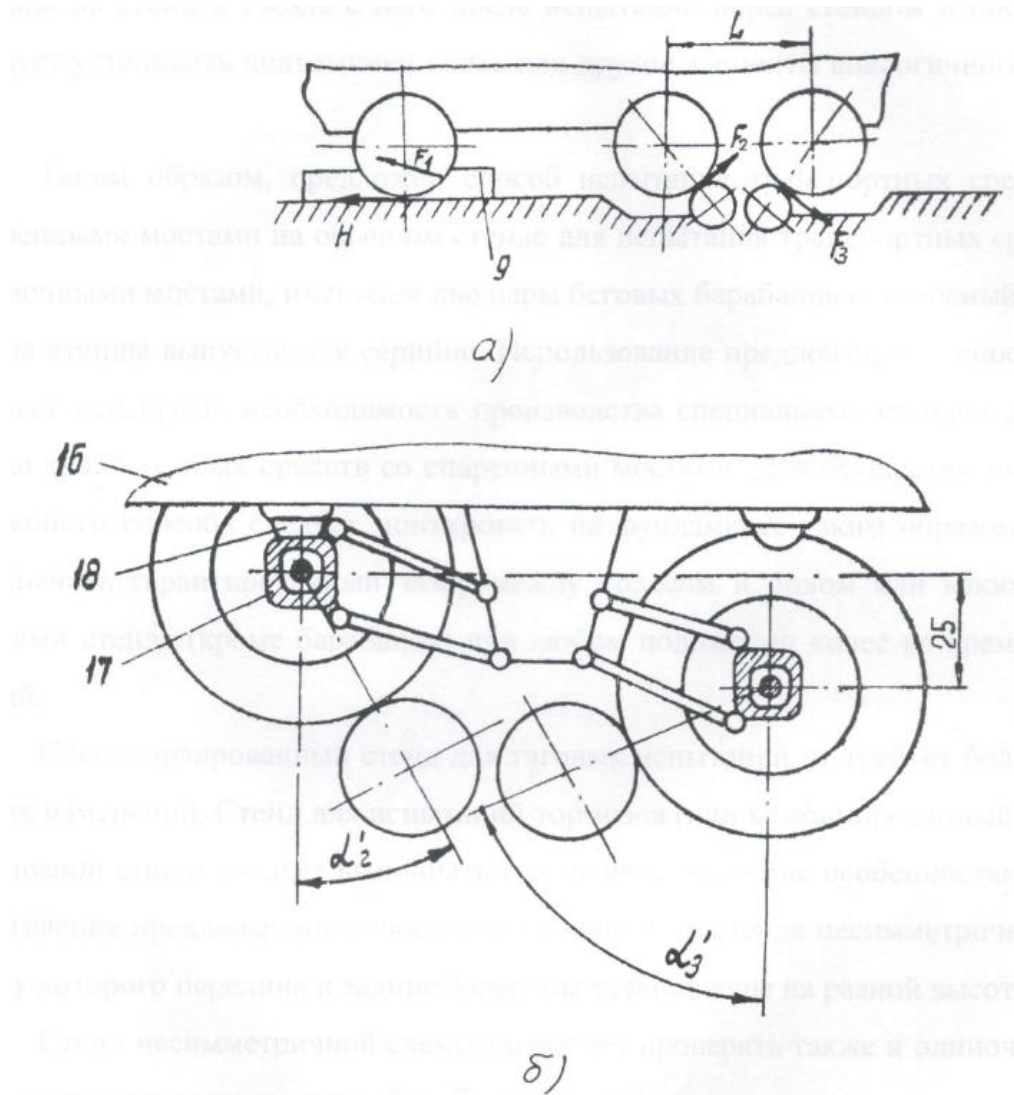


Рисунок 3.4 – Схема сил під час гальмівних випробувань

Завдяки описаному вище взаємному розташуванню коліс і бігових барабанів, відстань між останніми виявляється невеликою, практично такою ж, як на відомих стендах зі спареними барабанами, що дозволяє здійснювати справжній спосіб на звичайних серійних стендах. Крім того, одиночні мости транспортного засобу можна випробовувати на такому стенді відомим способом, встановлюючи кожне колесо на два спарені барабани, використовуючи всі переваги відомого способу. Для забезпечення в'їзду автомобіля на стенд та з'їзду з нього після випробувань перед стендом та після нього слід встановити підйомники коліс або інші елементи аналогічної дії.

Таким чином, запропоновано спосіб випробування транспортних засобів зі спареними мостами на звичайному стенді для випробування транспортних засобів з одиночними мостами, що має дві пари бігових барабанів (одновісний стенд). Такі стенди випускаються серійно. Використання запропонованого

способу дозволяє виключити необхідність виробництва спеціальних стендів для перевірки транспортних засобів зі спареними мостами. Для здійснення запропонованого способу слід монтувати на фундаменті таким чином, щоб забезпечити гарантований зазор між колесом і підлогою або частинами стенду (крім барабанів) при будь-якому положенні коліс під час випробувань.

Спеціалізований стенд для тягових випробувань не потребує жодних змін. Стенд для випробувань гальм (або комбінований тягово-гальмівний стенд) слід виконувати з зазначеними особливостями. Здійснення запропонованого способу можливе і на стенді несиметричної схеми, у якого передні та задні барабани встановлені на різній висоті [6].

Стенд несиметричної схеми дозволяє перевіряти також одиночні колеса, що встановлюються між барабанами стенду.

Розглянемо математичну модель взаємодії коліс візка стендом «1+1» несиметричної схеми (рисунок 3.5).

Умовимося позначати схему такого стенду "1+1", на відміну від звичайного стенду зі спареними барабанами, який можна позначити "2+2".

Система рівнянь рівноваги для елементів автомобіля є наступною.

Колесо середнього моста:

$$\sum X = F_c \cos \alpha_c - N_c \sin \alpha_c + (S_1 + S_3) \cos \theta_c - R_c \sin(\gamma - \Psi) = 0; \quad (3.5)$$

$$\sum Y = F_c \sin \alpha_c - N_c \cos \alpha_c + (S_1 + S_3) \sin \theta_c - R_c \cos(\gamma - \Psi) - G_k = 0. \quad (3.6)$$

Колесо заднього моста:

$$\sum X = F_3 \cos \alpha_3 - N_3 \sin \alpha_3 + (S_2 + S_4) \cos \theta_3 - R_3 \sin(\gamma - \Psi) = 0; \quad (3.7)$$

$$\sum Y = F_3 \sin \alpha_3 - N_3 \cos \alpha_3 + (S_2 + S_4) \sin \theta_3 - R_3 \cos(\gamma - \Psi) - G_k = 0. \quad (3.8)$$

Ресора:

$$\sum X = R_c \cos \alpha (\gamma + 90 - \Psi) - R_3 \cos(90 - \gamma - \Psi) - X = 0; \quad (3.9)$$

$$\sum Y = R_c \sin(\gamma + 90 - \Psi) + R_3 \sin(90 - \gamma - \Psi) - Y = 0; \quad (3.10)$$



$$\sum M_o = R_c \left(\frac{l_p}{2}\right) \sin(90 - \Psi) - R_3 \left(\frac{l_p}{2}\right) \sin(90 - \Psi) = 0. \quad (3.11)$$

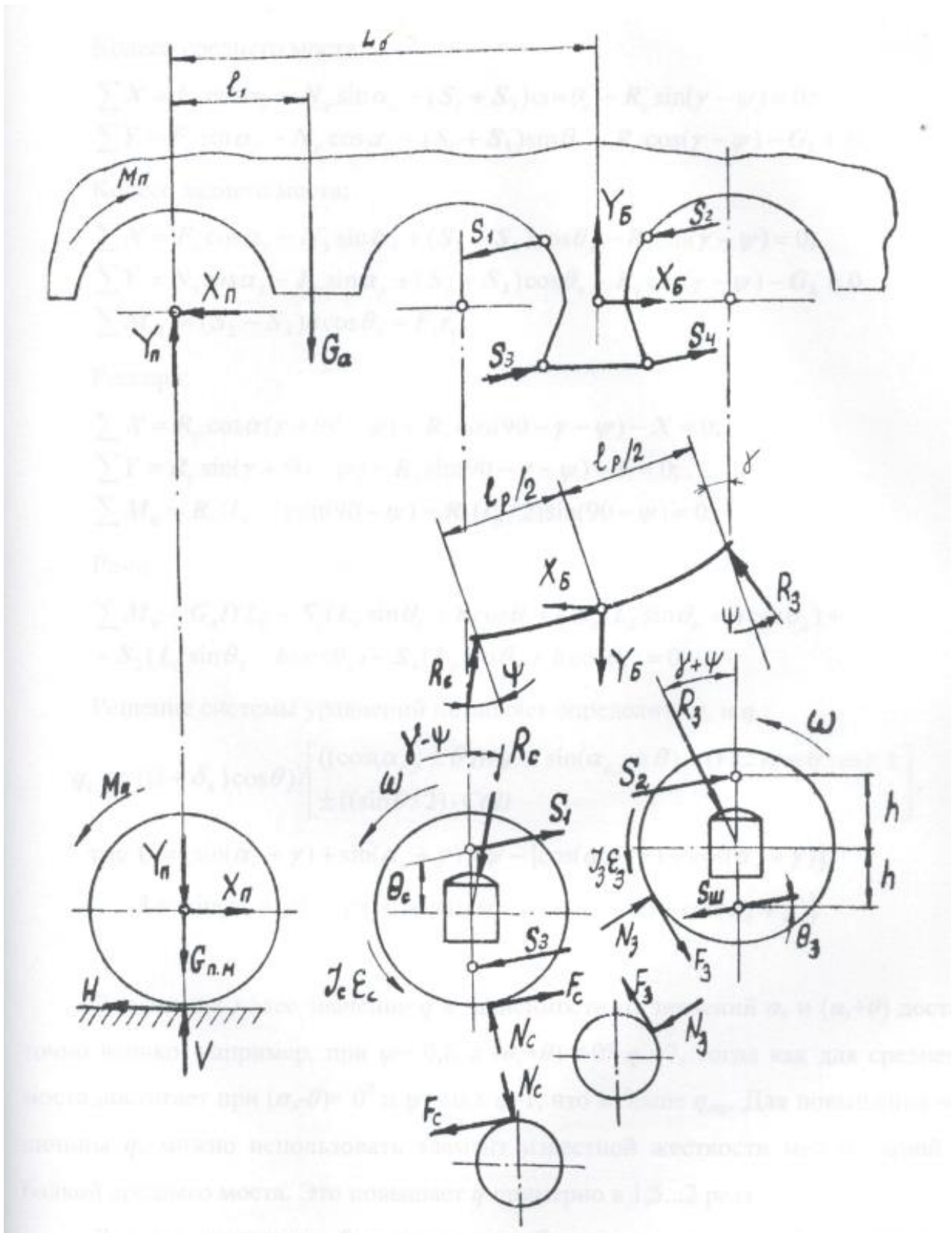


Рисунок 3.5 – Схема взаємодії автомобіля зі стендом «1+1»

Рама:

$$\sum M_o = G_a l Y L_6 + S_1(L_6 \sin \theta_c + h \cos \theta_c) + S_3(L_6 \sin \theta_c + h \cos \theta_c) + \\ + S_2(L_6 \sin \theta_3 + h \cos \theta_3) + S_4(L_6 \sin \theta_3 + h \cos \theta_3) = 0. \quad (3.12)$$

Розв'язання системи рівнянь дозволяє визначити  $q_c$  та  $q_3$ :

$$q_{c,3} = ((1 + \delta_k) \cos \theta) / ((\cos(\alpha_{c,3} \pm \theta)) / \Psi \pm \sin(\alpha_{c,3} \pm \theta)) + \\ + \left(\frac{r}{L}\right) \cos \theta \sin \gamma \pm ((\sin \theta / 2) \cdot C(3)), \quad (3.13)$$

де  $C = (\sin(\alpha_c + \gamma) + \sin(\alpha_3 + \gamma)) / \Psi - [\cos(\alpha_c + \gamma) + \cos(\alpha_3 + \gamma)]$ ;

$$3 = (\sin(\alpha_3 + \gamma) - \sin(\alpha_c + \gamma)) / \Psi - [\cos(\alpha_c + \gamma) + \cos(\alpha_3 + \gamma)].$$

Для задніх коліс значення  $q$  залежно від значень  $\alpha_3$ , і  $(\alpha_3 + \theta)$  досить велике, наприклад, при  $\Psi = 0,8$  і  $(\alpha_3 + \theta) = 60^\circ$   $q = 7$ , тоді як для середнього моста досягає при  $(\alpha_3 - \theta) = 0^\circ$   $\Psi = 0,8$   $q = 1$ , що менше  $q_{mp}$ .

Для підвищення величини  $q_c$  можна використовувати елемент відомої жорсткості між рамою та балкою середнього моста. Це підвищує приблизно в 1,5...2 рази.

Для підвищення стійкості автомобіля на стенді даної схеми можна використовувати обертання барабанів у різні сторони при поперемінній перевірці гальм спарених мостів.

Якщо положення штанг горизонтальне, то кут  $\theta = 0^\circ$  та вираз для  $q$  набуває вигляду:

$$q_{c,3} = (1 + \delta) / \left[ \frac{\cos \alpha_{c,3}}{\Psi} \pm \sin \alpha_{c,3} + \left(\frac{r}{L}\right) \cos \gamma \right]. \quad (3.14)$$

Характер залежності  $q$  від геометрії стенда, отриманому модельному експерименті, показаний на рисунку 3.6.

Під час перевірки задніх гальм вдалося досягти високих значень  $q$  (до 6...6,9) при  $(\alpha_3 + \theta) > 45^\circ$ .

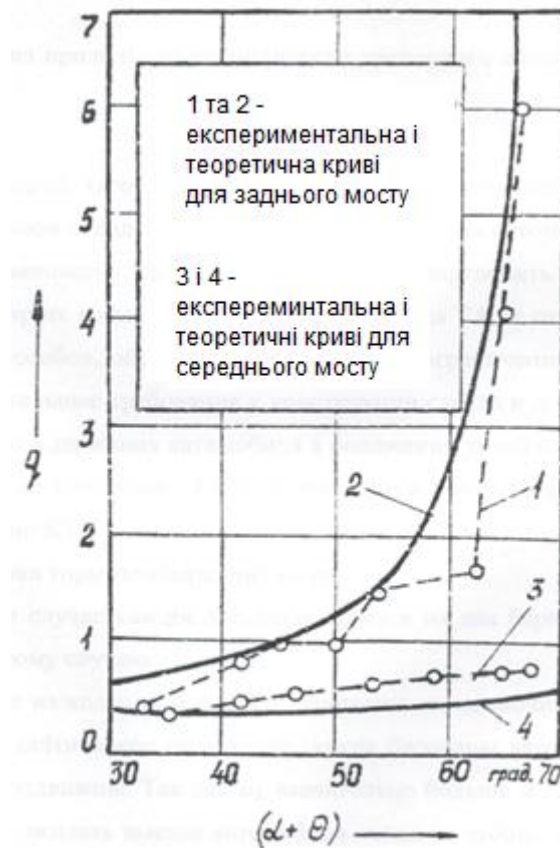


Рисунок 3.6 – Характер залежності  $q$  від геометрії стенду

Проведені теоретичні дослідження дозволяють зробити такі висновки:

- конструкція стенда з опиранням кожного колеса візка на одиночний барабан (схема "1+1") дозволяє перевищити необхідні значення  $q$  для коліс заднього моста і підвищити  $q$  для коліс середнього моста;
- при цьому необхідно забезпечити стійкість (подовжню та поперечну) автомобіля при перевірці гальм коліс візка.

### 3.6 Аналіз поздовжньої стійкості тривісного автомобіля на барабанному стенді

При перевірці, тягових та гальмівних якостей тривісного автомобіля (ТА) на однобарабанному стенді виникає завдання утримання автомобіля у положенні стійкої рівноваги. Для цього необхідно визначити напрямок самовиїзду, розглянути можливі способи утримання ТА від самовиведення, провести аналіз цих способів, обґрунтувати необхідні обмеження режимів випробувань та додаткові вимоги до конструкції стенду та додаткові пристрої для утримання автомобіля в положенні стійкої рівноваги.

Схеми різних положень ТА на стенді «1+1» представлені на рисунку 3.7.

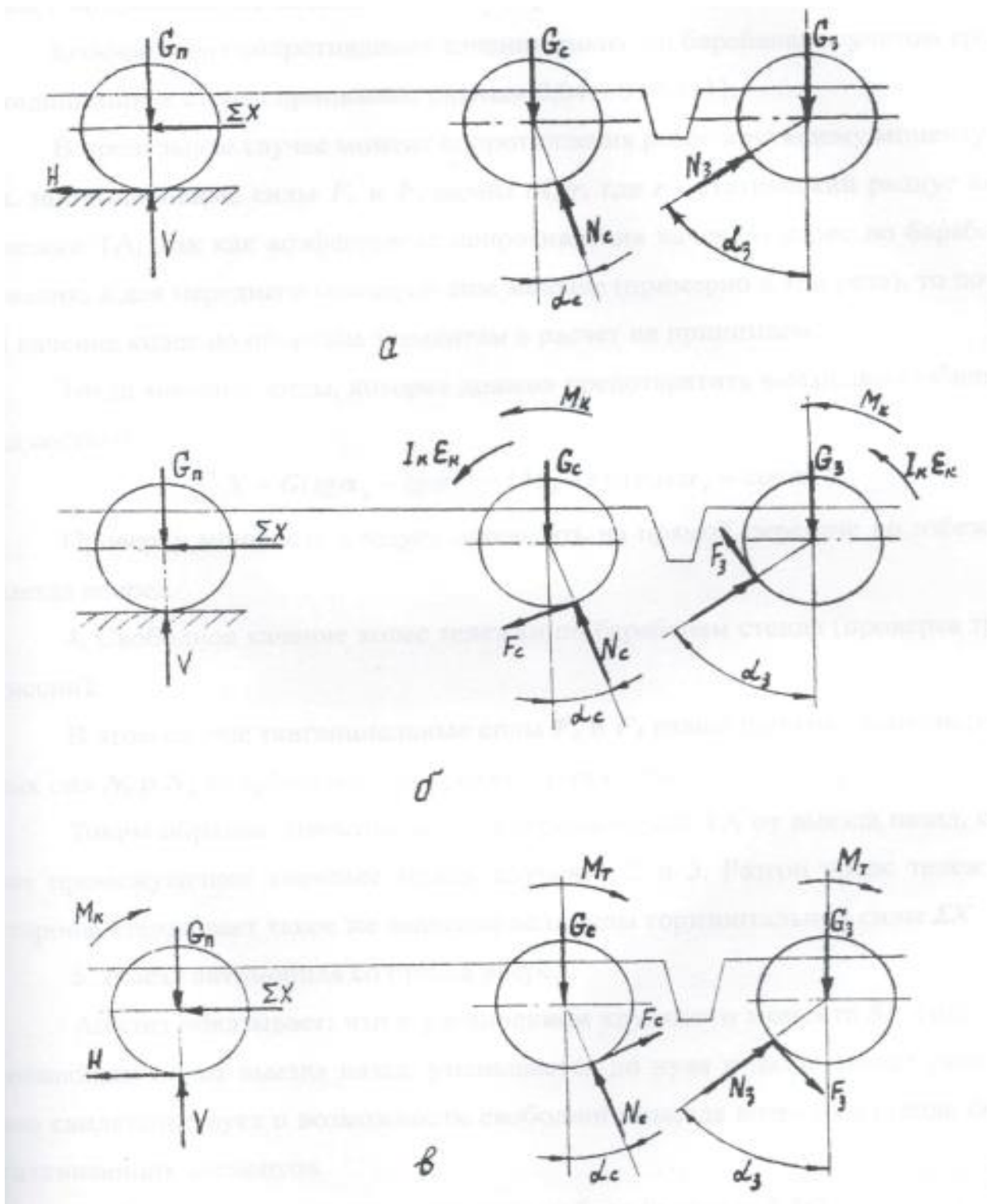


Рисунок 3.7 – Схеми різних положень ТА на стенді «1+1»

Розглянемо положення ТА, які при перевірках на барабаних стендах (рисунок 3.7).

1. Перевірка гальм передніх коліс.

У даному випадку кожне колесо спирається на два барабани і завдання зводиться до відомого випадку.

2. Кожне з коліс візка ТА спирається на одиночні барабани (рисунок 3.7, а). Це статичне становище, коли барабани загальмовані, а колеса автомобіля нерухомі. Так як  $\alpha_3$  значно більше  $\alpha_c$ , а  $G_c$  і  $G_3$  приблизно рівні, слід очікувати виїзду автомобіля назад, і щоб забезпечити стійке положення, необхідно докласти сили  $\Sigma X$ , що перешкоджає переміщенню автомобіля назад.

3. Вимірювання тягової сили (потужності) на колесах автомобіля, що перевіряється (рисунок 3.7, б).

З боку коліс візка ТА доданий до барабанів крутний момент

$M_k$ , який долає момент, прикладений до барабана від зовнішнього джерела, і опір кочення коліс барабанами.

Коефіцієнт опору коченню коліс барабанами з урахуванням тертя в підшипниках стенду приймаємо рівним 0,04...0,05 [11, 12].

У разі момент опору дорівнює крутному моменту  $M_k$  тобто. тангенціальні сили  $F_c$  і  $F_3$ , рівні  $M_k/r$ , де  $r$  – статичний радіус коліс візка ТА. Так як коефіцієнт опору кочення коліс по барабанах невеликий, а для переднього колеса він ще менше (приблизно в три рази), то втрати на кочення коліс по опорних елементах до уваги не приймаємо.

Тоді значення сили, яка повинна запобігти виїзду автомобіля назад складе:

$$\Sigma X = G(\operatorname{tga}_3 - \operatorname{tga}_c) - (M_k/r)/(\operatorname{cosa}_3 + \operatorname{cosa}_c). \quad (3.15)$$

Перевірку потужності слід проводити на прямій передачі, щоб уникнути виїзду вперед.

4. Вільне кочення коліс візка барабанами стенда (перевірка трансмісії).

У цьому випадку тангенціальні сили  $F_c$  і  $F_3$  дорівнюють добутку нормальних сил  $N_c$  і  $N_3$  коефіцієнта опору коченню

Таким чином, значення сили, що утримує ТА від виїзду назад, складе проміжне значення між випадками 2 і 3. Розгін коліс візка зі сторони стенду дає таке значення величини горизонтальної сили  $\Sigma X$ .

5. Виїзд автомобіля зі стенду вперед.

Аналіз показує: що зі збільшенням моменту, що крутить,  $M_k$  сила, що утримує ТА від виїзду назад, зменшується до нуля і навіть змінює свій знак, що свідчить про можливість вільного виїзду вперед зі стенду без виштовхувальних елементів.

### 6. Перевірка гальм візка автомобіля (рисунок 3.7, в).

У цьому випадку тангенціальні сили  $F_c$  і  $F_3$  спрямовані назад, їхнє значення дуже велике. Наприклад,  $F_3$  може перевищувати величину  $G_3$  в два і більше разів, залежно від величини кута  $\alpha_3$ .

Дещо знижує цю величину тангенціальна сила  $H$  в контактї переднього колеса з опорною поверхнею. Так, при значенні коефіцієнта зчеплення  $\Psi=0,5\dots0,6$  сила  $H$  може досягати 20 кН. Однак, при перевірці гальма стоянки значення сили  $H$  при цьому буде близько до нуля, а величину  $\Sigma X$  знайдемо з виразу:

$$\Sigma X = G \left\{ 1 / \left[ \varphi^2 \cos^2 \alpha_c + \frac{\sin 2\alpha_c}{2} \right] + \frac{1}{\left[ \frac{\sin 2\alpha_3}{2} \right]} + \operatorname{tg} \alpha_3 - \operatorname{tg} \alpha_c \right\}. \quad (3.16)$$

Розгляд всіх можливих випадків взаємодії коліс ТА зі стендом показує необхідність додаткових пристроїв для запобігання самовиведення ТА назад. Подібні силові елементи можуть упиратися у вільні колеса, в раму автомобіля, в балку передньої осі, елементи заднього візка, мости автомобіля і т.д. Слід зазначити, що величина сили  $\Sigma X$  залежить від співвідношення кутів  $\alpha_3$  і  $\alpha_c$  саме, від різниці  $\operatorname{tg} \alpha_3 - \operatorname{tg} \alpha_c$ . Істотно зменшити величину цієї сили можна, якщо перевірку гальмівних та тягових якостей проводити по середній та задній осях ТА окремо, обертаючи їх у різні боки.

Слід зазначити, що в процесі самовиведення автомобіля зі стенда назад при гальмуванні колеса візки змінюють своє положення: задній міст опускається, середній піднімається, настає такий момент, коли балка середнього моста упирається в гумові подушки, закріплені знизу на лонжеронах рами. В результаті відбувається перерозподіл вагового навантаження: вся вага від кістяка передається на колеса середнього моста, а задні колеса сприймають лише вага заднього моста. При цьому значно зменшується сила, що скочує назад, і збільшується відновлююча сила (що скачує вперед). Цей ефект можна посилити, якщо встановлювати заздалегідь між середнім мостом і лонжеронами розпірки. Однак все описане не виключає небезпеки самовийїзду, особливо при різкому гальмуванні в аварійному режимі. Тому необхідно застосовувати страхувальні пристрої, що повністю виключають можливість самовиведення.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Вимоги безпеки до території, виробничих та допоміжних приміщень

Виробничі та допоміжні приміщення, майданчики та приміщення для зберігання автомобілів відповідають відомчим будівельним нормам проектування підприємств з обслуговування автомобілів ВСН 01-В9, нормам технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту, діючим будівельним, санітарним та протипожежним нормам та правилам "Правила охорони на автомобільному транспорті"[14].

Розташування виробничих та допоміжних будівель, споруд відповідає технологічному процесу обслуговування та ремонту транспортних засобів. Вони використовуються лише за своїм призначенням, передбаченим проектом. Використання їх не за прямим призначенням дозволяється у виняткових випадках за погодженням із територіальними органами державного нагляду. На всі будівлі та споруди є документація (паспорти, акти, технічні журнали, проекти тощо). Виробничі відходи, сміття, непридатні деталі, вузли та агрегати щодня забираються та накопичуватимуться на спеціально відведених майданчиках. Небезпечні зони та ділянки на території та у виробничих приміщеннях, які пов'язані з небезпекою для працюючих, позначені сигнальними квітами та знаками безпеки, дорожніми знаками згідно з Правилами дорожнього руху України (розділ 2, пп. 35, 51) та галузевими нормативними документами.

Підлога в приміщеннях рівна з твердим покриттям, непроникна для ґрунтових вод, без виступів і вибоїн. Матеріали, що застосовуються для покриття підлоги, мають гладку та неслизьку поверхню, зручну для очищення, задовольняють експлуатаційним вимогам для даного приміщення. Зовні при вході у виробничі та допоміжні приміщення встановлені металевої решітки або інші пристрої для очистки взуття від бруду.

На території та у виробничих приміщеннях підприємства забороняється:

- курити поза спеціально відведених при цьому місць [15];
- користуватися відкритим вогнем у не передбачених для цього місцях, без вжиття відповідних протипожежних заходів;
- завалювати запасні ворота як усередині, і зовні; підхід та під'їзд до них завжди має бути вільним;

- безладно розміщувати та зберігати матеріали, агрегати, запчастини тощо. до елементів будівель, споруд, обладнання та огорож.

#### **4.2 Приміщення для профілактичного обслуговування та ремонту автомобілів**

Приміщення для профілактичного обслуговування та ремонту автомобілів забезпечують безпечне виконання всіх технологічних операцій. Повітря робочої зони, шум, вібрація, освітлення тощо. на робочих місцях виробничих приміщень відповідає вимогам нормативних актів, що діють.

Розміщені у загальному виробничому приміщенні ділянки (робочі місця), на яких згідно з технологічним процесом виділяються шкідливі речовини (гази, пил, аерозолі тощо), тепло, створюється шум, розташовані у окремих приміщеннях, ізольованих від інших стінами до стелі . Найменша висота виробничих приміщень постів профілактичного обслуговування та ремонту автомобілів не менше 3,0 м.



Рисунок 4.1 – Приміщення для профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів

Ділянки, пости, майданчики миття автомобілів мають ухил не менше 2% у бік приймальних колодязів та лотків, розташування яких виключає потрапляння стічної води (від миття) автомобілів) на територію (до приміщень) підприємства. Пост миття автомобілів відокремлюється від інших приміщень (постів) глухими стінами з пароізоляцією та водостійким покриттям.



### 4.3 Приміщення та майданчики для зберігання автомобілів

Приміщення для зберігання автомобілів безпосередньо з'єднуються з іншими виробничими та допоміжними приміщеннями, де постійно перебувають люди. Вони мають безпосередній виїзд через ворота, що відчиняються назовні. Підлога в приміщеннях для зберігання автомобілів має ухил не менше 1% у бік трапів та лотків. Приміщення та відкриті майданчики для зберігання транспортних засобів уздовж стін та огороження території, де встановлюються автомобілі, мають колесовідбійні пристрої. Висота колесовідбійних пристроїв для автомобілів підприємства складає 0,3 м-коду.

Відстань від стіни до краю колесо відбійного пристрою не менше:

- а) при встановленні автомобілів паралельно стіні – 0,7 м;
- б) при встановленні автомобілів перпендикулярно стіні -0,5 м.

Майданчики для зберігання транспортних засобів мають тверде, рівне покриття та ухили в поздовжньому напрямку осі автомобіля не більше 1% та поперечному – не більше 4%. Майданчики та підлога мають розмітку, виконану незмивною фарбою або іншим способом та визначальну місця встановлення автомобілів та проїздів. При нанесенні розмітки враховується відстань між двома автомобілями, що стоять паралельно, вона є достатньою для вільного відчинення дверей кабіни.

Майданчики для зберігання автомобілів, що перевозять паливно-мастильні матеріали, розташовані на відстані не менше 12 м одна від одної та від майданчиків для зберігання інших автомобілів.

Для полегшення запуску двигунів у холодну пору року (при температурі повітря нижче  $-15^{\circ}\text{C}$ ) майданчики для відкритого зберігання автомобілів обладнані засобами для їх підігріву. Устаткування, що полегшує запуск двигуна в холодну пору року, забезпечує безпеку обслуговуючого персоналу та водіїв.

### 4.4 Оглядові канали

Розташування оглядових каналів на території підприємства та в приміщеннях забезпечує безпечний заїзд та з'їзд з них транспортних засобів. Розміри їх визначено залежно від типу автомобілів та застосовуваного технологічного обладнання. Довжина робочої зони оглядової каналу не менш габаритної довжини транспортних засобів. Ширина оглядової каналу встановлена виходячи з розмірів колії транспортного засобу з урахуванням

пристрою зовнішніх або внутрішніх ребер, а глибина забезпечує вільний доступ до деталей, вузлів та агрегатів, розташованих знизу транспортних засобів, і становить для вантажних автомобілів та автобусів 1,2 м.

Оглядові канали для входу в них та виходу обладнані сходами шириною 0,75 м. Траншеї та виходи з них та тунелів, а також сходи мають огороження металевими поручнями заввишки 0,9 м.



Рисунок 4.2 – Оглядова канава

Оглядові канали мають напрямні реборди протягом усього їх довжини попередження падіння автомобіля у канаву час його руху. Висота реборди для автомобілів становить 0,25 м, а на в'їзній частині передбачено розсікач, висотою 0,20 м. У місцях переходу оглядові канали мають знімні перехідні містки шириною 1 м.

## **4.5 Освітлення та електробезпека**

### **4.5.1 Природне освітлення**

Природне освітлення у виробничих, допоміжних та побутових приміщеннях відповідає вимогам [17]. У приміщеннях для зберігання транспортних засобів, складських приміщеннях, а також в інших приміщеннях без постійного перебування працюючих, природне освітлення відсутнє.

Коефіцієнт природного освітлення для приміщень профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів прийнято: при бічному освітленні в середньому 1,0; при верхньому або верхньому та бічному освітленні в середньому 3,0.

Вікна, що розташовані з сонячного боку, оснащені пристроями, що забезпечують захист від прямого сонячного проміння. Забороняється захаращувати вікна та інші світлові отвори стелажми, матеріалами, обладнанням. Світлові прорізи верхніх ліхтарів засклені армованим склом. Очищається шибка та ліхтарі в залежності від ступеня забруднення, але не менше 2 разів на рік. Для цього використовуються спеціальні пристосування (драбини-драбини, підмости тощо).

#### 4.5.2 Штучне освітлення

Приміщення та робочі місця оснащені штучним освітленням, достатнім для безпеки виконання робіт, знаходження та пересування людей, згідно зі [17].

Штучне освітлення у виробничих приміщеннях і робочих місцях залежить від характеру виконуваних робіт. Освітленість території підприємства, під'їздів, проїздів транспортних засобів, пішохідних доріжок та небезпечних зон – не менше 2 лк.

Робоче освітлення у приміщеннях миття, профілактичного обслуговування та ремонту, діагностування транспортних засобів – загальне локалізоване, а у приміщеннях для зберігання транспортних засобів – загальне рівномірне. Освітленість робочих місць, створювана світильниками загального освітлення в системі комбінованого – не менше 150 лк при газорозрядних лампах та 50 лк при лампах розжарювання.

Лампи розжарювання та газорозрядні лампи місцевого та загального освітлення мають абажури-відбивачі та встановлені таким чином, щоб виключити сліпучу дію світлового потоку. Конструкція світильників місцевого освітлення передбачає можливість змінення напрямку світла на робочу поверхню.

Поряд із робочим освітленням, обладнання якого обов'язково у всіх приміщеннях та на освітлюваних територіях для забезпечення нормальної роботи, проходу людей та руху транспорту, передбачено аварійне освітлення. Для евакуації людей аварійне освітлення встановлене у місцях, небезпечних для проходу людей, в основних проходах для евакуації людей (запасний вихід). Воно забезпечує освітленість підлоги, основних проходів не менше 0,5 лк у

приміщеннях та не менше 0,2 лк на відкритих територіях. Світильники робочого освітлення та світильники аварійного освітлення у виробничих та допоміжних приміщеннях, на освітлюваних територіях живляться від різних незалежних джерел. Вони автоматично включатимуться при раптовому вимкненні робочого освітлення.

#### **4.6 Опалення та вентиляція**

Виробничі, допоміжні та санітарно-побутові приміщення обладнані опаленням та загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією відповідно до вимог та забезпечують стан повітря робочої зони згідно з [16].

Для обігріву та створення у виробничих приміщеннях нормованих показників мікроклімату застосовується водяне опалення. Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання та відключення, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті. Опалення виробничих приміщень забезпечує нормативну температуру повітря на робочих місцях. Чергове опалення передбачає підтримання температури повітря не нижче  $+5^{\circ}\text{C}$ , використовуючи основні опалювальні системи. У холодну пору року в приміщеннях зберігання, профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів, коли вони не використовуються в неробочий час, температура повітря не нижче  $+5^{\circ}\text{C}$ . Відновлюється нормована температура на початок використання приміщення або на початок роботи. Температура припливного повітря, що подається в робочу зону, оглядові канали, а також прямки, траншеї та тунелі оглядових канал у холодний період року не нижче  $+16^{\circ}\text{C}$  і не вище  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Зовнішні ворота приміщень для зберігання, профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів обладнані повітряно-тепловими завісами.

Вхідні двері виробничих приміщень мають механічні пристрої для примусового закриття.

Викиди в атмосферу із систем вентиляції розміщені на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря не менше 10 м по горизонталі, а системою аварійної вентиляції на висоті не менше 3 м від рівня землі.

Приймальні пристрої припливної вентиляції розміщені на відстані щонайменше 1 м від воріт.

#### **4.7 Водопостачання**

Підприємство обладнане господарсько-питним та виробничим водопостачанням та виробничою каналізацією (розділ 2, п. 41 Правил охорони праці на автомобільному транспорті).

Виробничі ділянки забезпечені питною водою. Температура питної води не вище +20 °С та не нижче +8 °С. Температура води під час ручного миття автомобілів при температурі навколишнього повітря нижче 0°С не нижче +20°С.

#### **4.8 Санітарно-побутові приміщення**

Працівники підприємства згідно (розділ 2, п. 43 Правил охорони праці на автомобільному транспорті) забезпечені санітарно-побутовими приміщеннями.

Гардеробна обладнана вішалками відкритого типу (гачки) та шафами для зберігання вуличного, домашнього та робочого (спеціального) одягу. Зберігання домашнього та робочого одягу на вішалках здійснюється окремо. Гардеробна для кожної із груп виробничих процесів загальна. У вбиральні передбачені лави шириною 300 мм, що встановлюються біля шаф на всю довжину їх рядів.

Відстань між лицьовими поверхнями шаф, лицьовою поверхнею шаф та стіною або перегородкою прийнято – 1400x1000 мм.

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

У кваліфікаційній роботі запропоновано створення діагностичного комплексу, спрямованого на підвищення рівня культури виконання робіт з підтримки автомобілів у працездатному стані, що зрештою призведе до зниження витрат на ремонт.

Мета проєктних рішень:

- зниження загального обсягу робіт з усунення несправностей за рахунок своєчасного проведення профілактичних видів робіт та технічних впливів, що проводяться за результатами діагностування, що запобігає відмовам та в кінцевому підсумку призведе до підвищення коефіцієнта технічної готовності;
- зниження витрати палива та витрат на шини за рахунок своєчасного проведення контрольних-діагностичних та регулювальних робіт;
- зниження трудомісткості робіт за рахунок застосування сучасного технологічного обладнання та механізації робіт.

Вартість обладнання, необхідного для дооснащення комплексу, відповідно до відомості обладнання:

$$KB_{об} = 228850 \text{ грн.}$$

### 5.1 Розрахунок суми капіталовкладень

Витрати на перепланування виробничого приміщення приймаємо на суму 150 грн. на м<sup>2</sup> переплановане приміщення, грн:

$$KB_{пп} = 309 \cdot 150 = 46350 \text{ грн.}$$

Витрати на монтаж; налагодження обладнання приймаємо у розмірі 15% від вартості обладнання комплексу, грн.:

$$KB_{мо} = 228855 \cdot 0,15 = 34330 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію нового обладнання приймаємо у розмірі 5% від вартості обладнання комплексу, грн.:

$$KB_{вэ} = 228855 \cdot 0,025 = 5720 \text{ грн.}$$

Витрати на демонтаж та ліквідацію застарілого обладнання  $KB_{до}$ , грн, приймаємо у розмірі 5% від вартості обладнання, що ліквідується:

$$KB_{до} = 400 \cdot 0,05 = 2000 \text{ грн.}$$

Загальна сума необхідних капіталовкладень  $KB$ , грн., становитиме:

$$KB = KB_{пп} + KB_{об} + KB_{мо} + KB_{вэ} + KB_{до}, \quad (5.1)$$

$$KB = 4635 + 22885 + 3433 + 572 + 200 = 317250 \text{ грн.}$$

Структура капіталовкладень представлена на аркуші 10 графічного матеріалу.

## 5.2 Визначення джерела фінансування

Для реалізації інвестиційного проекту планується скористатися бюджетними коштами.

Тривалість інвестиційного періоду приймаємо рівним 5 рокам.

## 5.3 Розрахунок додаткового балансового прибутку

Додатковий балансовий прибуток при впровадженні комплексу може бути отриманий за рахунок зниження витрат на паливо, шини та витрат на ТО та Р. Перші три складові можуть бути отримані на підставі досвіду впровадження подібних проектів в інших підприємствах. За статистичними даними, виконання якісного діагностування та обслуговування дозволяє знизити витрати на паливо до 1...3 %, витрати на шини на 1...3 % та витрати на ТО та ремонт на 1...3 %.

Визначаємо величину економії за кожною статтею витрат. Економія витрат на паливо  $E_T$ , тис. грн., визначається [19]:

$$E_T = 0,015 \cdot V_{топ}, \quad (5.2)$$

де  $V_{топ}$  – витрати на паливо, тис. грн

Економія витрат на ТО та ремонт  $E_{\text{ТО,р}}$ , тис. грн, визначається:

$$E_{\text{ТО,р}} = 0,02 \cdot B_{\text{ТО,р}} \quad (5.3)$$

де  $B_{\text{ТО,р}}$  – витрати на ТО та ремонт, тис. грн

Економія витрат на шини  $E_{\text{ш}}$ , тис. грн., визначається:

$$E_{\text{ш}} = 0,02 \cdot B_{\text{ш}} \quad (5.4)$$

Розрахуємо економію витрат на паливо, ТО та ремонт, та шини, тис. грн:

$$E_{\text{Т}} = 0,015 \cdot 1590 = 23,85.$$

$$E_{\text{ТО,р}} = 0,02 \cdot 575 = 11,5.$$

$$E_{\text{ш}} = 0,02 \cdot 145 = 2,9.$$

Приріст коефіцієнта технічної готовності  $\Delta \alpha_{\text{Т}}$ , %, складе:

$$\Delta \alpha_{\text{Т}} = \frac{\alpha_{\text{Т техн}} \cdot 100}{\alpha_{\text{Т АТП}}} - 100, \quad (5.5)$$

де  $\alpha_{\text{Т техн}}$ ,  $\alpha_{\text{Т АТП}}$  – коефіцієнт технічної готовності за технологічним розрахунком і за даними підприємства.

Розрахуємо приріст коефіцієнта технічної готовності:

$$\Delta \alpha_{\text{Т}} = \frac{0,935 \cdot 100}{0,912} - 100 = 2,5 \%$$

Цей показник нині важко реалізувати, тому його не беремо до уваги.

Додаткові експлуатаційні витрати, пов'язані з впровадженням комплексу, можна визначити укрупнено, на підставі розрахунку фонду оплати праці (ФОП):

$$\text{ФОП} = \text{ЧТС} \cdot \text{Т} \cdot \text{Кд} \cdot \text{Рд}, \quad (5.6)$$

де ЧТС = 125 – годинна тарифна ставка оператора-діагноста (4-й розряд), грн;



$T$  – сумарна трудомісткість робіт у зоні діагностики, чол.-год;  
 $K_d = 1,4$  – коефіцієнт, що враховує доплати, премії, надбавки;  
 $R_d = 2$  чол. – кількість операторів-діагностів.

$$\text{ФОП} = 125 \cdot (710 + 2071) \cdot 1,4 \cdot 2 = 973,35 \text{ тис. грн.}$$

Відрахування на соцстрах 21,5 % від ФОП:

$$O_{c/c} = 0,215 \cdot 973,35 = 209,27 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на оплату праці становлять 35...40 % у цехової собівартості робіт. Виходячи з цього, визначимо загальну суму експлуатаційних витрат:

$$V_{\text{екс}} = (973,35 + 209,27) \cdot 0,375 = 443,48 \text{ тис. грн.}$$

Додаткові витрати будуть складатися з експлуатаційних витрат та витрат на амортизацію обладнання.

Амортизаційні відрахування приймаються в наступних розмірах від залишкової вартості:

- на будівлі та споруди 5 % від вартості перепланування ( 46350 грн.);
- на обладнання, оснащене електронікою, ПЕОМ, офісні меблі - 25 %, вартість даного виду обладнання складає 120000 грн.;
- зварювальне, ковальське, підйомне обладнання, повітря та маслозаправні колонки, орг. оснастку – 15 %, вартість цього виду обладнання складає 108850 грн.;

Приймаємо термін служби обладнання 5 років.

Тоді додатковий балансовий прибуток становитиме:

$$P_6 = E_T + E_{\text{то.р}} - V_{\text{доп.}} \quad (5.7)$$

Прибуток, що залишається на підприємстві першого року, складе:

$$P_{\text{ост}} = \frac{P_6(100 - H_{\text{п}})}{100} - (B_{\text{к}} + B_{\text{к}} \cdot A/100), \quad (5.8)$$

де  $H_{\text{п}}$  – податку з прибутку ( 25 %).

Таблиця 5.1 – Величина амортизації та додаткових витрат за роками

Найменування	Відсоток аморт.,%	Розмір по роках, грн				
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Будинки, споруди	5	2320	2200	2090	1990	1890
Обладнання з електронікою, офісні меблі	25	30000	22500	16880	12660	9490
Обладнання та орг. оснащення	15	16330	13880	11800	10030	8520
Додаткові витрати		205690	195580	187770	181680	17690

Таблиця 5.2 – Величина прибутку за роками

Показник, тис. грн	Роки				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Балансовий прибуток	176,8	186,9	194,7	200,8	205,6
Податок на прибуток	44,2	46,7	47,0	50,2	51,4
Плата за кредит	-	-	-	-	-
Залишковий прибуток	132,6	140,2	146,0	150,6	154,2

#### 5.4 Аналіз стійкості проєкту

Наведену вартість майбутніх грошових надходжень (ЧПС) визначають за такою формулою:

$$\text{ЧПС} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Пр}_i}{(1+r)^t} - \text{КВ}, \quad (5.9)$$

де  $r$  – норма дисконтування;

$t$  – тривалість інвестиційного періоду, років;

КВ – капіталовкладення, грн.

З урахуванням тривалості інвестиційного періоду визначаємо чисту наведену вартість, за початкової норми дисконтування  $r = 5\%$ :

$$\begin{aligned} \text{ЧПС}_5 &= \frac{132,6}{1 + 0,05} + \frac{140,2}{(1 + 0,05)^2} + \frac{146,0}{(1 + 0,05)^3} + \frac{150,6}{(1 + 0,05)^4} + \frac{154,2}{(1 + 0,05)^5} \\ &\quad - 317,25 = 26,535 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

За нормою дисконту  $r=10\%$ :

$$\begin{aligned} \text{ЧПС}_{10} &= \frac{132,6}{1 + 0,1} + \frac{140,2}{(1 + 0,1)^2} + \frac{146,0}{(1 + 0,1)^3} + \frac{150,6}{(1 + 0,1)^4} + \frac{154,2}{(1 + 0,1)^5} - 317,25 \\ &= 18,935 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

За нормою дисконту  $r=20\%$ :

$$\begin{aligned} \text{ЧПС}_{20} &= \frac{132,6}{1 + 0,2} + \frac{140,2}{(1 + 0,2)^2} + \frac{146,0}{(1 + 0,2)^3} + \frac{150,6}{(1 + 0,2)^4} + \frac{154,2}{(1 + 0,2)^5} - 317,25 \\ &= 8,085 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

За нормою дисконту  $r=30\%$ :

$$\begin{aligned} \text{ЧПС}_{30} &= \frac{132,6}{1 + 0,3} + \frac{140,2}{(1 + 0,3)^2} + \frac{146,0}{(1 + 0,3)^3} + \frac{150,6}{(1 + 0,3)^4} + \frac{154,2}{(1 + 0,3)^5} - 317,25 \\ &= 0,485 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

За наведеною формулою будемо графік окупності інвестицій, з якого видно, що ставка дисконтування становить приблизно  $31\%$ , що свідчить про досить високу конкурентоспроможність цього виду інвестицій.

## ВИСНОВКИ

Оцінка виробничо-технічної бази показала, що фактичні площі виробничо-складських приміщень, стоянки та території перевищують еталонні, тобто спостерігається надлишок площ як для стоянок транспортних засобів, так і виробничо-складських приміщень.

За результатами технологічного розрахунку розроблено зону діагностики для вантажних автомобілів. Вона передбачає проведення діагностичних та ремонтних робіт по системах, що забезпечують безпеку руху. Для комплексу розроблено систему правил охорони праці та техніки безпеки, яка відповідає вимогам, викладеним правилами охорони праці на автомобільному транспорті.

Розроблено математичні моделі системи «тривісний автомобіль – барабанний стенд», де враховано особливості геометрії візка для стендів різних схем та конструкцій. Теоретичні та експериментальні дослідження підтвердили перевагу схеми "1+1" перед іншими схемами стендів.

Спроектований стенд дозволяє діагностувати двигун, трансмісію, гальмівні системи різних марок та модифікацій вантажних автомобілів.

З проведеного техніко-економічного аналізу можна зробити висновок, що проектні рішення сприяють своєчасному проведенню регулювальних робіт за результатами діагностування та запобігання відмовам. Це призводить до зростання рівня технічної готовності автомобілів, зниження витрати палива, витрат на ТО та ремонт, витрат на шини, а також отримання прибутку від обслуговування автомобілів сторонніх організацій та індивідуальних власників, які не мають власної виробничо-технічної бази.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання [Текст] : підручник / за ред. проф. О. І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2015. – 665 с.
2. В. П. Волков Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля [Текст] : підручник / В. П. Волков. - Х.: ХНАДУ, 2004. – 292 с.
3. Шасси автомобилей КраЗ [Текст] : Холдинговая компания «АвтоКраЗ», 2016. – 24 с.
4. Грузовые автомобили КраЗ 6322, 63221, 6446 Ремонт, устройство, обслуживание, электрика. [Текст] : СпецИнфо, 2012. – 203 с.
5. Каталог продукции автомобилей КраЗ [Електронний ресурс] : Каталог виробляємої продукції, сайт. – Режим доступу : <http://www.autokraz.com.ua/> . – Дата доступу 18.12.2023. – Загол. з екрана.
6. Каталог технологічного інструменту та обладнання для СТО. [Електронний ресурс] URL: <https://grandinstrument.ua/ua/> (дата звернення 19.12.2023).
7. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів / М. Я. Говорущенко. – Х.: Вища школа, 1984 – 314 с.
8. Варфоломєєв В. М. Проектування та реконструкція підприємств автомобільного транспорту / В.М. Варфоломєєв, М.Я. Говорущенко. – К.: КАДІ, 1987. - 95 с.
9. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649-97. – [Введ. 01.01.99]. – К.: Держстандарт України, 1998. – 17 с.
10. Практика діагностування автомобілів / Юрченко О.М., Бажинов А.В., Варфоломєєв В.М., Гогайзель О.В., Климець Б.І. – К.: НКМ ВО, 1993. – 216 с.
11. Говорущенко М.Я. Економічна кібернетика транспорту / М.Я. Говорущенко, В.М. Варфоломїїв. – Х.: РІО ХДАДТУ, 2000 – 218 с.
12. Говорущенко М.Я. Системотехніка транспорту (з прикладу автомобільного транспорту). У двох частинах / М.Я. Говорущенко, А.М. Туренко. -Х: РІО ХДАДТУ, 1998. – 255 с., 219 с.
13. Порядок оформлення учбових документів [Текст] : навч. посібн П60 / В.Н. Павленко, В.В. Воронько, Ю.А. Сисоев, И.М. Тараненко. – 3-е вид., доп. и випр. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013.
14. Правила охорони праці автомобільному транспорті. - К., 1997. – 328 с.

15. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. – 35 с.
16. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. – 21 с.
17. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019 03-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. – 48 с.
18. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Зі змінами №1. [Чинний від 2014-11-13]. Вид. офіц. Київ, 2014. – 51 с.
19. Бойчик І. М. Економіка підприємства [Текст] : підручник / І. М. Бойчик. – К. : Кондор -Видавництво, 2016. – 378 с.