

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

Графічний матеріал до
магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**Удосконалення методики діагностування робочої гальмівної
системи сідлових автопоїздів в умовах приватного підприємства
«Беркут-Транс» місто Вінниця**

Розробив: ст. гр. 1АТ-18м
Білик І.М.
Керівник: к. т. н., доцент
Смирнов Є. В.

Мета роботи – удосконалення методики стендового контролю технічного стану робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда, як способу підвищення його безпеки руху.

Завдання дослідження

- провести аналіз експлуатаційних параметрів оцінки ефективності процесу гальмування та методів їх оцінки;
- обґрунтувати розрахункову модель дослідження процесу екстреного гальмування сідлового автопоїзда;
- обґрунтувати фактори, що викликають несиметрію гальмівних сил по бортах сідлового автопоїзда та механізм формування гальмівних сил по бортах сідлового автопоїзда, що враховує «небезпечні» чинники його складання;
- розробити організаційно-технологічні рішення виконання робіт по діагностуванню гальм в умовах ПП «Беркут-Транс»;
- виконати дослідження формування несиметрії гальмівних сил по бортах автопоїзда, що визначаються в умовах стендового контролю робочої гальмівної системи сідлових автопоїздів;
- удосконалити методику стендового контролю технічного стану робочої гальмівної системи сідлових автопоїздів і запровадити її в ПП «Беркут-Транс».

Об'єкт дослідження – процеси, що протікають в робочій гальмівній системі сідлового автопоїзда і призводять до його складання при гальмуванні.

Предмет дослідження – методика стендового контролю технічного стану робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда.

Наукова новизна отриманих результатів

- отримали подальший розвиток методи визначення гальмівних сил, що діють на сідловий автопоїзд при його гальмуванні;
- удосконалена методика стендового контролю технічного стану робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда, спрямована на ефективне виявлення «небезпечних» факторів, що можуть призвести до складання автопоїзда.

Практичне значення отриманих результатів

полягає у використанні удосконаленої методики діагностування технічного стану робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда та впровадження її в ПП «Беркут Транс», що дозволить підвищити безпеку руху як власного рухомого складу, так і АТЗ, яким надаються автосервісні послуги.

Методи контролю технічного стану робочої гальмівної системи сідлових автопоїздів

Дорожній метод

- Через свої обмеження недоцільно використовувати для сідлових автопоїздів

Стендовий метод

- **на силових статичних стендах** (недоцільно використовувати для сідлових автопоїздів)
- **на майданчикових стендах** (недоцільно використовувати для сідлових автопоїздів)
- **на інерційних роликівих стендах** (недоцільно використовувати для сідлових автопоїздів)
- **на силових роликівих стендах** (найбільш ефективний і точний метод діагностування)

Характеристика ПП «Беркут-Транс»

Основні види діяльності:

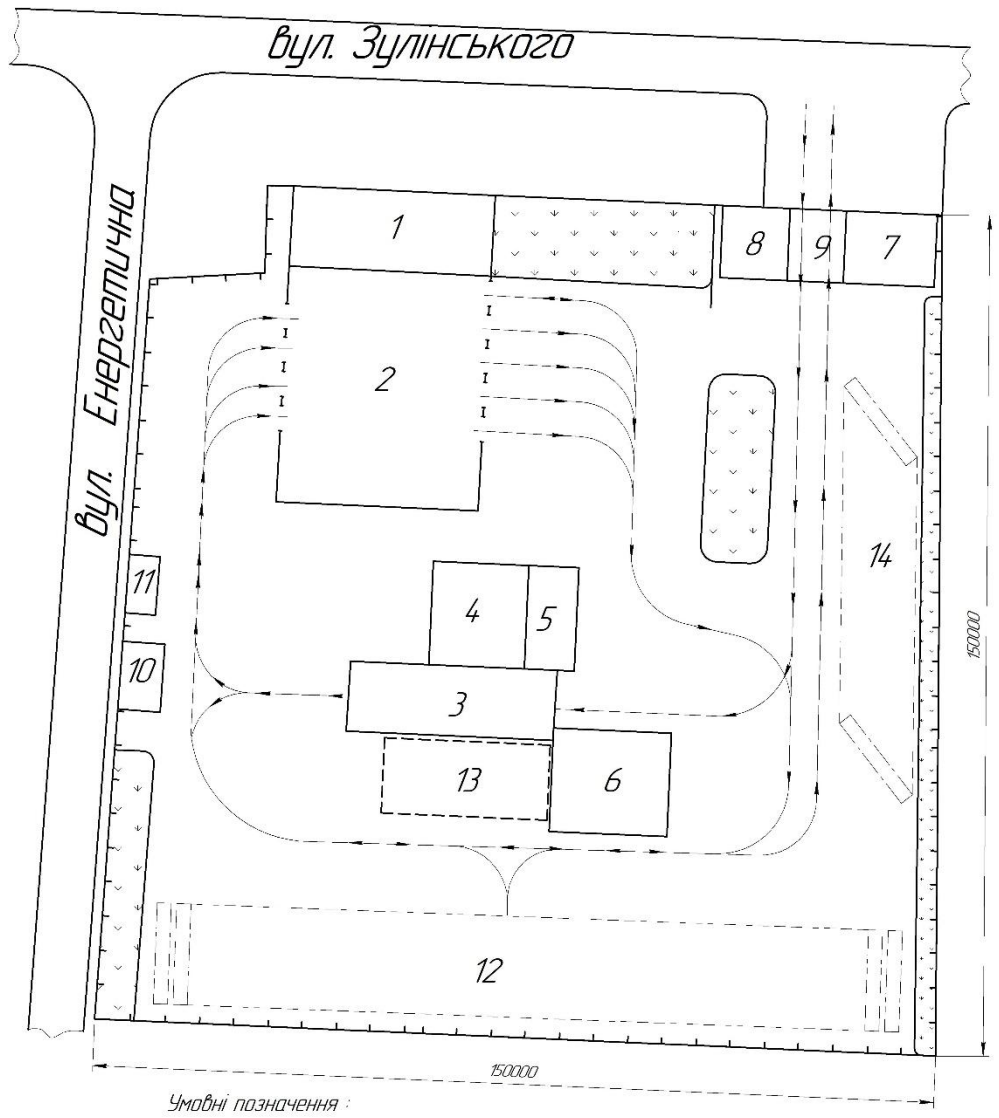
- Вантажні перевезення;
- Надання послуг в якості СТО для комерційної техніки;
- Продаж запчастин тощо.

Рухомий склад 36 автопоїздів у складі сідлових тягачів DAF, VOLVO, MAN, SCANIA, RENAULT з напівпричепами.

Таблиця 1 – Основні дані про роботу автомобілів

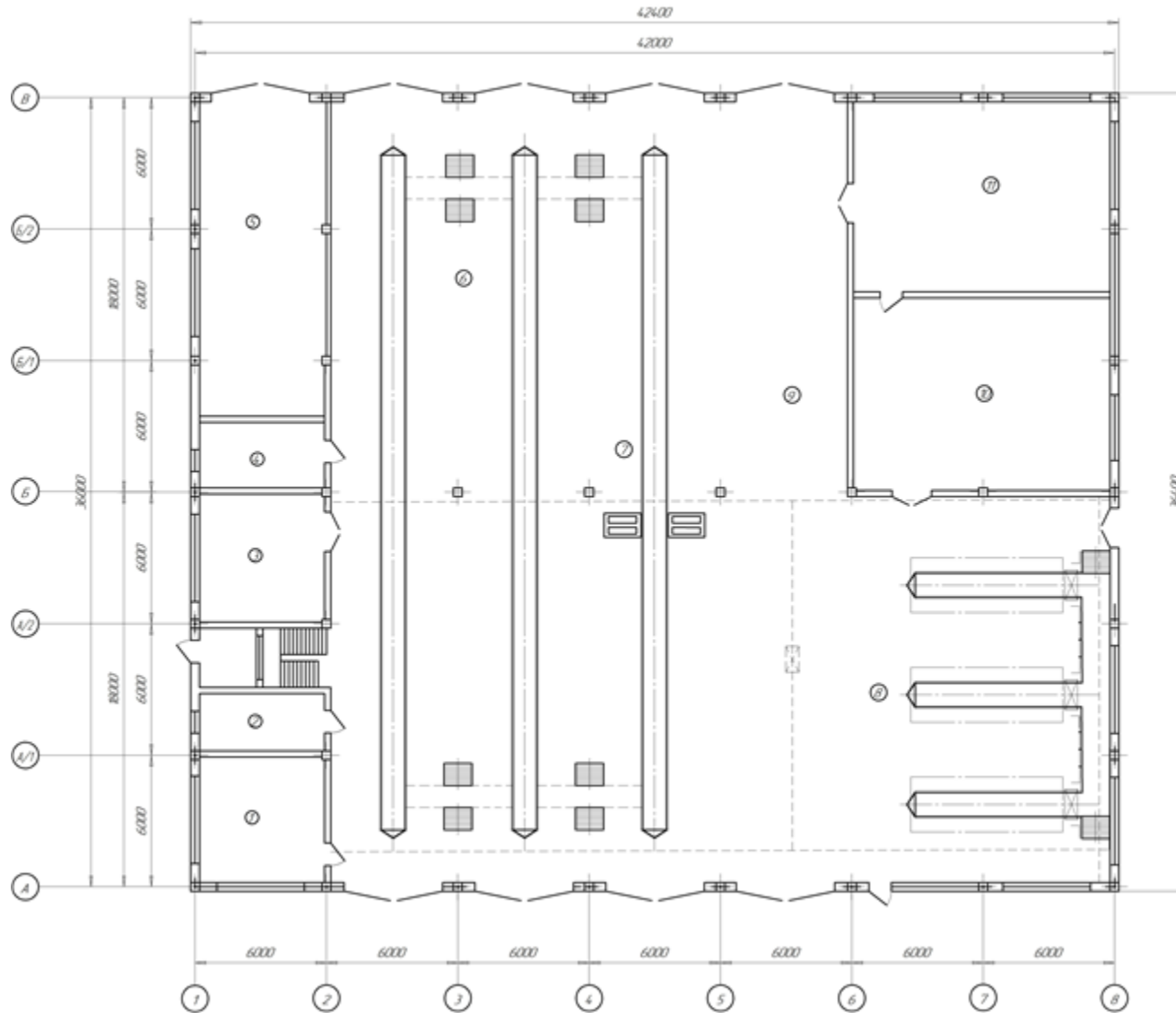
Показники	2016	2017	2018
1. Середньооблікова кількість автомобілів, одиниць	32	35	36
2. Автомобіледні перебування в господарстві, тис.	11,68	12,78	13,14
3. Автомобіледні в роботі, тис.	7,94	9,07	9,20
4. Час в наряді, тис. год.	84,19	94,33	100,26
5. Загальний пробіг, тис. км	2146,04	2653,96	2657,30
6. Обсяг перевезень, тис. т	1003,95	1357,96	1398,52
7. Вантажообіг, тис. ткм	988893,61	1337593,40	1377545,46

Схема генерального плану



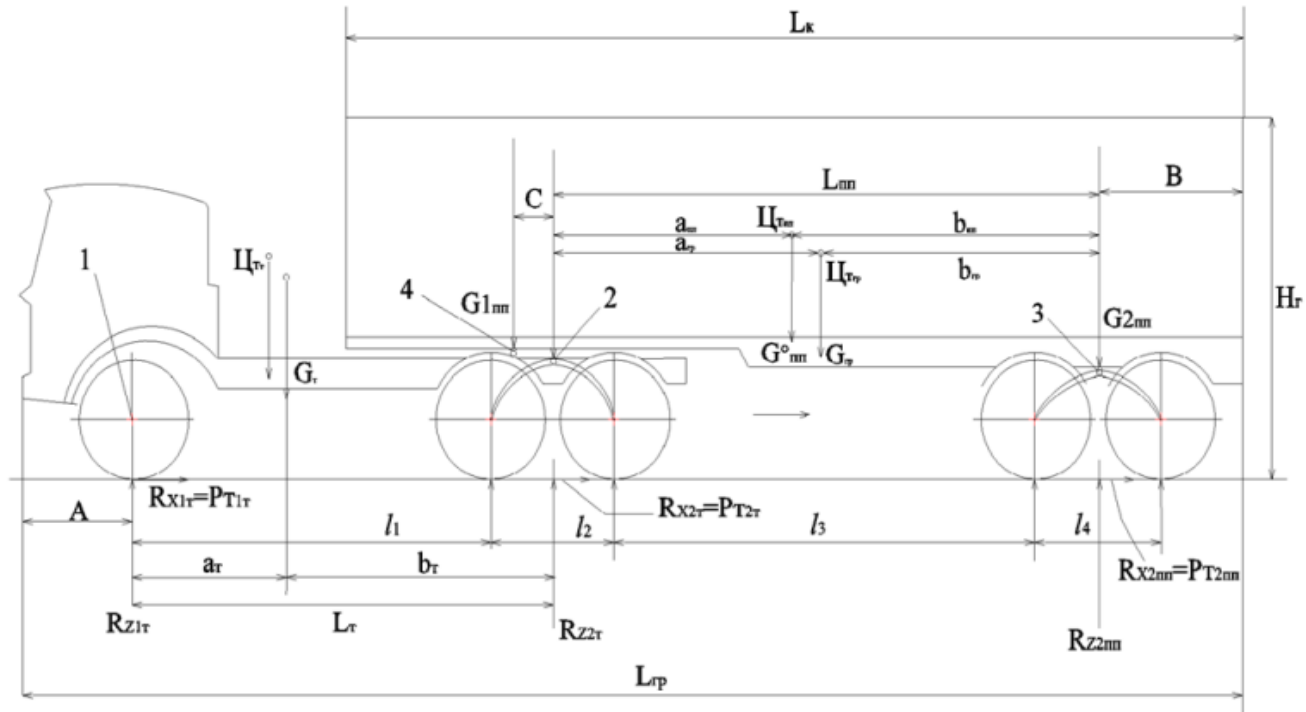
1 – Адміністративний корпус; 2 – Виробничий корпус;
 3 – Зона ППР; 4 – Очисна споруда; 5 – Склад; 6 –
 Додатковий виробничий корпус; 7 – Шиномонтажна
 дільниця; 8 – Диспетчерська; 9 – Контрольно-
 пропускний пункт; 10 – Склад; 11 – Трансформаторна
 підстанція; 12, 14 – Стоянка автомобілів; 13 –
 Майданчик для причепів в ремонті

Схема виробничого корпусу



1 – Приміщення для інженерно-технічного персоналу; 2 – Паливна дільниця; 3 – Слюсарно-механічна дільниця; 4 – Електротехнічна дільниця; 5 – Фарбувальна дільниця; 6 – Зона ТО і ПР; 7 – Діагностична лінія; 8 – Зона ПР; 9 – Автомобіле-місце ПР; 10 – Агрегатна дільниця 11 – Зварювально-бляхарська дільниця

Розрахункова схема гальмування сідлового автопоїзда



Розподіл гальмівної сили між мостами, нормальні та поздовжні реакції при гальмуванні на горизонтальній дорозі

$$P_{Ti_r} = R_{zi_r} \cdot \varphi_x, \quad P_{Ti_{III}} = R_{zi_{III}} \cdot \varphi_x,$$

$$R_{z1_r} + R_{z2_r} = G_T + R_{z1_{III}}, \quad R_{z2_{III}} = G_{III}^0 - R_{z1_{III}},$$

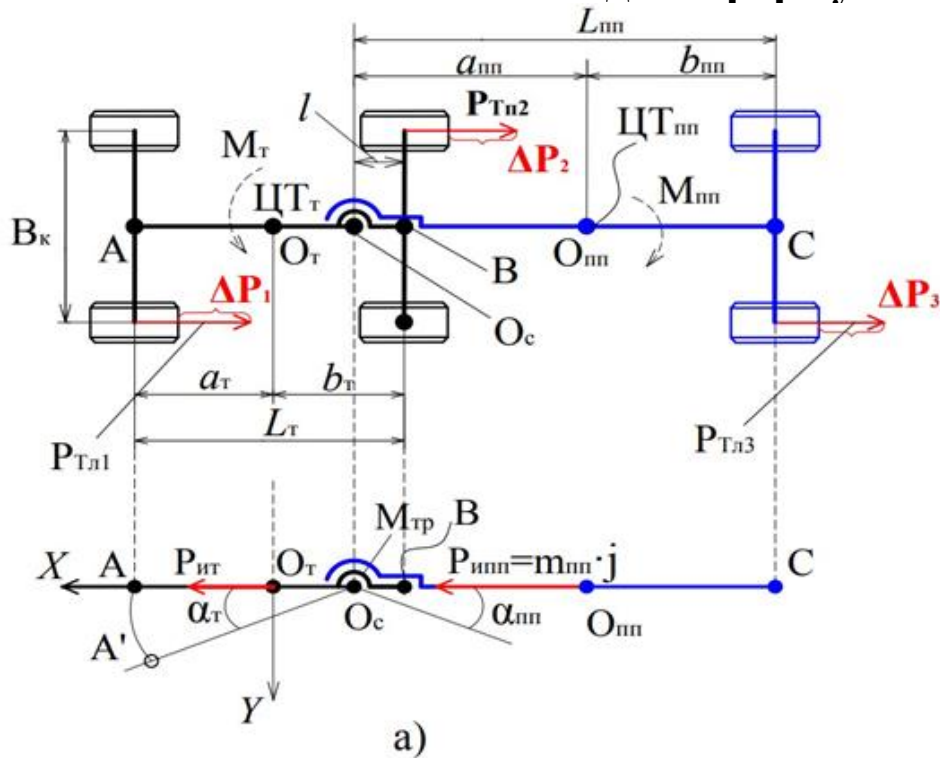
$$R_{z1_r} = G_T \left(b_T + \frac{h_T \cdot j_a}{g} \right) / L_T, \quad R_{z2_r} = G_T \left(a_T - \frac{h_T \cdot j_a}{g} \right) / L_T,$$

$$R_{z1_{III}} = G_{III}^0 \left(b_{III} + \frac{h_{III} \cdot j_a}{g} \right) / L_{III}, \quad R_{z2_{III}} = G_{III}^0 \left(a_{III} - \frac{h_{III} \cdot j_a}{g} \right) / L_{III},$$

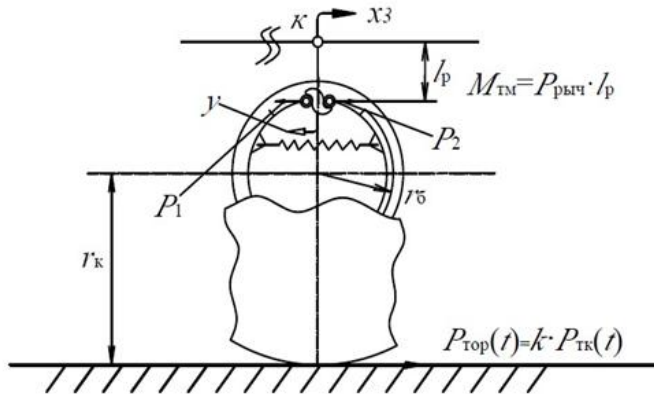
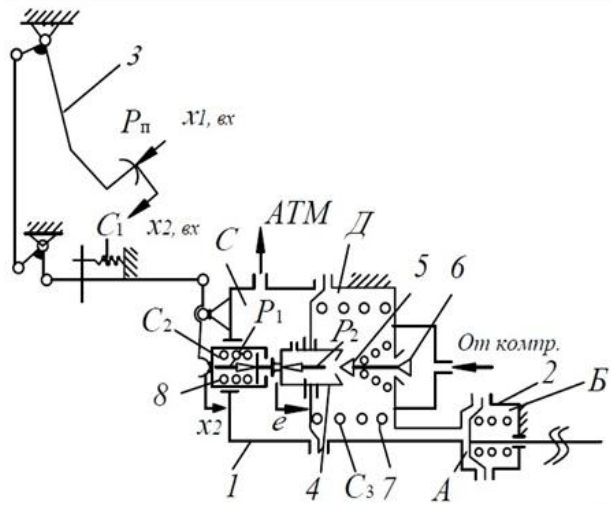
$$R_{xi_r} = G_T \cdot \varphi_x, \quad R_{xi_{III}} = G_{III}^0 \cdot \varphi_x,$$

де φ_x – коефіцієнт поздовжнього зчеплення шин з опорною поверхнею; h_T – висота центра ваги тягача; h_{III} – висота центра ваги напівпричепа.

Модель формування гальмівних сил



1 - розподільчий пристрій; 2 - виконавчий механізм; 3 - важіль педалі гальма; 4 - стакан; 5 - клапан; 6 - впускний клапан; 7 - пружина; 8 - шток, А, Б - порожнини гальмівної камери; С, Д - порожнини підсилювача



а – розрахункова схема дії гальмівних сил сил по бортах автопоїзда при гальмуванні; б – розрахункова схема пневматичної робочої гальмівної системи автопоїзда

Модель формування гальмівних сил (продовження)

Рівняння рівноваги сил на сідлі клапана $(x_2 - e)c_2 = c_3 e + \Delta p f_d$,

де Δp – перепад тисків на отворі впускного клапана; f_d – активна площа діафрагми; P_1, P_2 – сили рівноваги на сідлі клапана.

Розв'язок рівняння витрати стисненого повітря пневмопривода

$$\Delta G_K = k_G \Delta e - k_{Gp} \Delta p, \quad k_G \Delta e - k_{Gp} \Delta p = \frac{F_4 x_3}{kRT_K} \cdot \Delta \dot{p} + \frac{F_4 p}{RT_K} \cdot \Delta \dot{x}_3,$$

$$Q = F_1 \Delta \dot{x}_3 = k_G \frac{RT_K}{p_{ycm}} \cdot \Delta e - k_{Gp} \frac{RT_K}{p_{ycm}} \cdot \Delta p - \frac{F_4 x_{3ycm}}{kp_{ycm}} \cdot \Delta \dot{p}, \quad \text{при} \quad k_G = \frac{G_K}{e}; \quad k_{Gp} = \frac{G_K}{p};$$

$$\Delta p_i = \frac{k}{x_{i-1}} \left(\frac{f_{ex} kp_K \sqrt{RT_K}}{F_4} \gamma(\sigma_i) - \frac{kp_i}{x_3} \right) \cdot \Delta t_i,$$

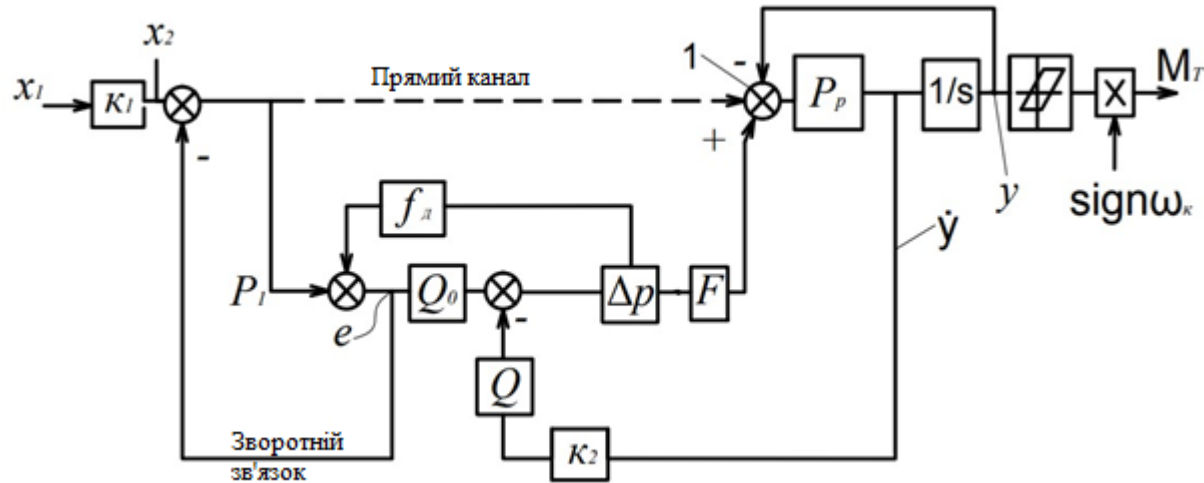
де ΔG_K – зниження величини вагової витрати повітря; Q – об'ємна витрата повітря, що надходить в гальмівну камеру; k_G – коефіцієнт вагової витрати повітря через клапан при $p = 0$; k_{Gp} – коефіцієнт, що враховує втрати вагової витрати повітря на клапані; x_{3ycm} – усталене значення положення штока діафрагми, м; Δe – різниця положення сідла клапана при гальмуванні, м; p_{ycm} – усталене значення дії тиску стисненого повітря на поршень, МПа. σ_i – відношення тиску в робочій порожнині гальмівної камери до тиску в гальмівному контурі пневмопривода робочої гальмівної системи i -го колеса; p_i – тиск при гальмуванні в робочій порожнині гальмівної камери i -го колеса; Δt_i – величина кроку інтегрування.

Рівновага сил на барабані, приведені до розтискного кулака

$$P_p = m_{np} \ddot{y} + \lambda_{np} \dot{y} + c_{np} y,$$

де y – координата переміщення верхнього кінця колодки; \dot{y} – швидкість переміщення верхнього кінця колодки; \ddot{y} – прискорення переміщення верхнього кінця колодки; m_{np} – приведена маса колодки; λ_{np} – коефіцієнт приведеної демпфуючої сили, створеної між колодкою і кулаком; c_{np} – приведена жорсткість стяжних пружин.

Фактори що викликають несиметрію гальмівних сил по бортах сідлового автопоїзда



Q_0 – початкова величина об'ємної витрати повітря, що надходить в гальмівну камеру

Рисунок 1 - Структурна схема процесу в гальмівному приводі робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда

Фактори, які викликають несиметрію гальмівних сил по бортах сідлового автопоїзда:

- витоки стисненого повітря з елементів пневмопривода,
- час наростання тиску стисненого повітря в приводах гальмівних механізмів окремо взятого колеса до максимуму,
- величина зсуву в часі максимумів наростання тиску для різних коліс,
- довжина трубопроводів,
- тиск і час наповнення робочих порожнин елементів пневмопривода гальмівних систем, що розраховуються, при зовнішніх витоках.

Результати діагностування справної робочої гальмівної системи

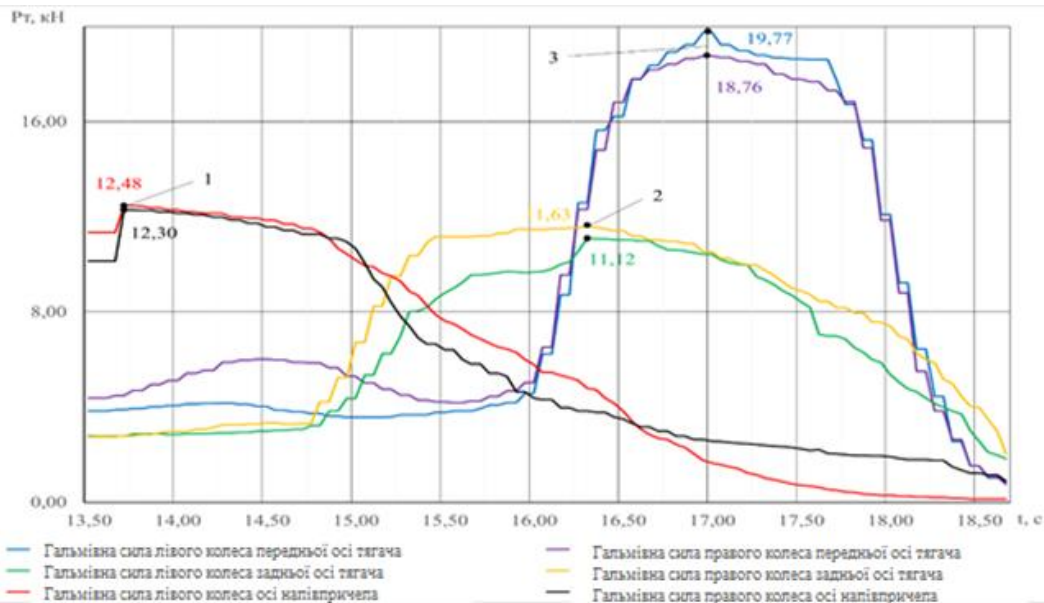


Рисунок 1 – Осцилограма залежності гальмівних сил коліс від часу при гальмуванні справною робочою гальмівною системою

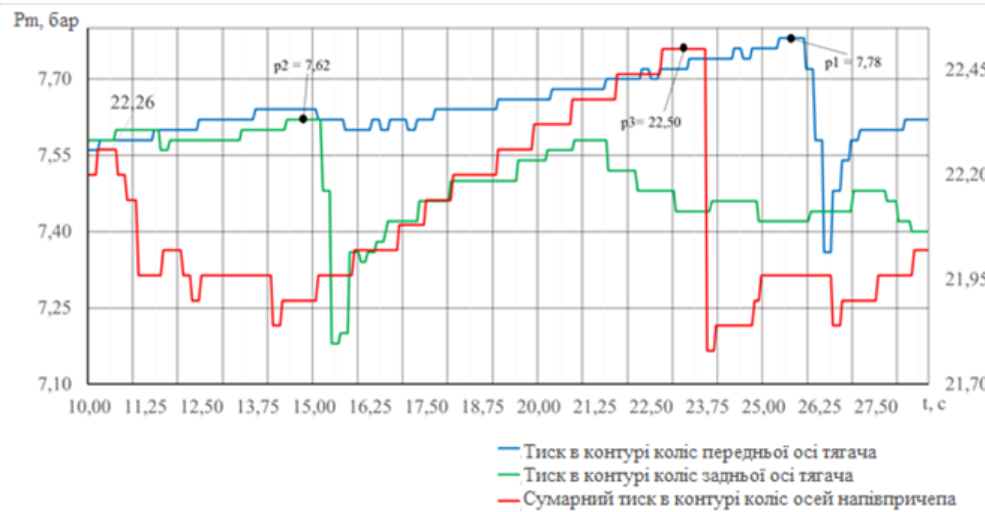


Рисунок 2 – Осцилограма залежності тиску в гальмівному контурі коліс від часу при гальмуванні справною робочою гальмівною системою

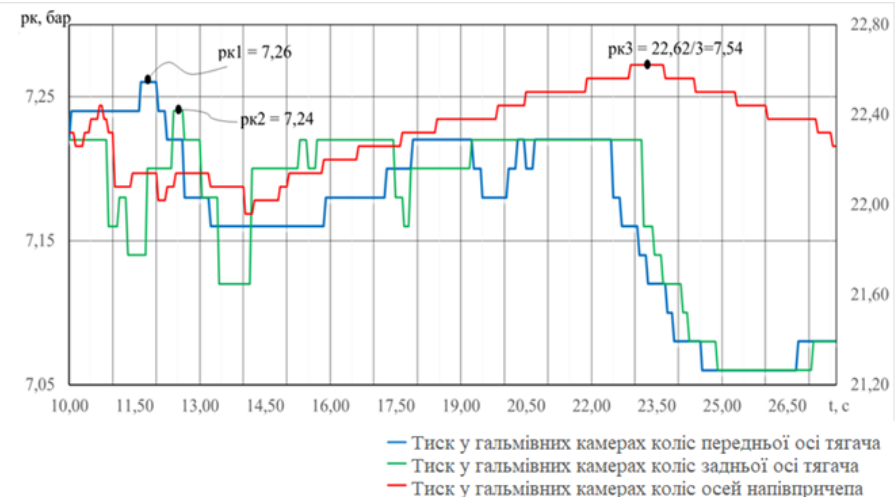


Рисунок 3 – Осцилограма залежності тиску в гальмівних камерах коліс від часу при гальмуванні справною робочою гальмівною системою

Результати діагностування несправної робочої гальмівної системи

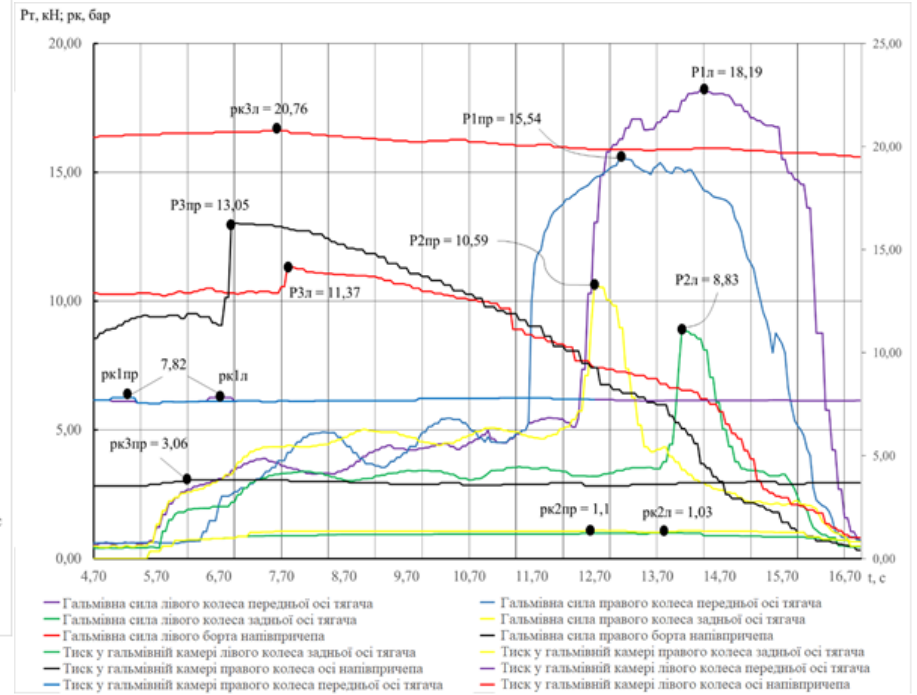
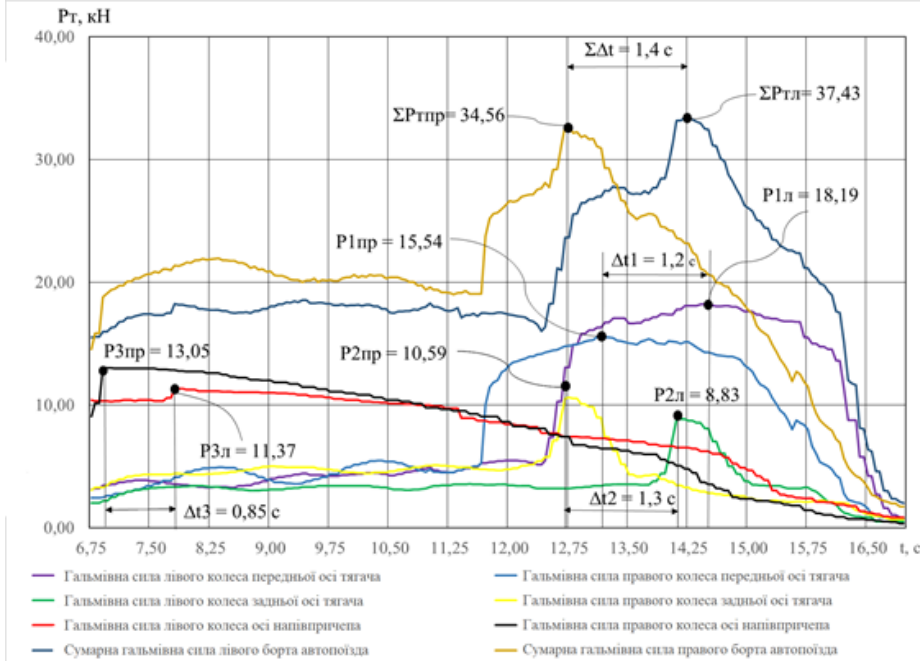


Рисунок 2 Осцилограма залежності гальмівних сил і тиску в гальмівних камерах коліс від часу при гальмуванні несправної робочої гальмівної системи

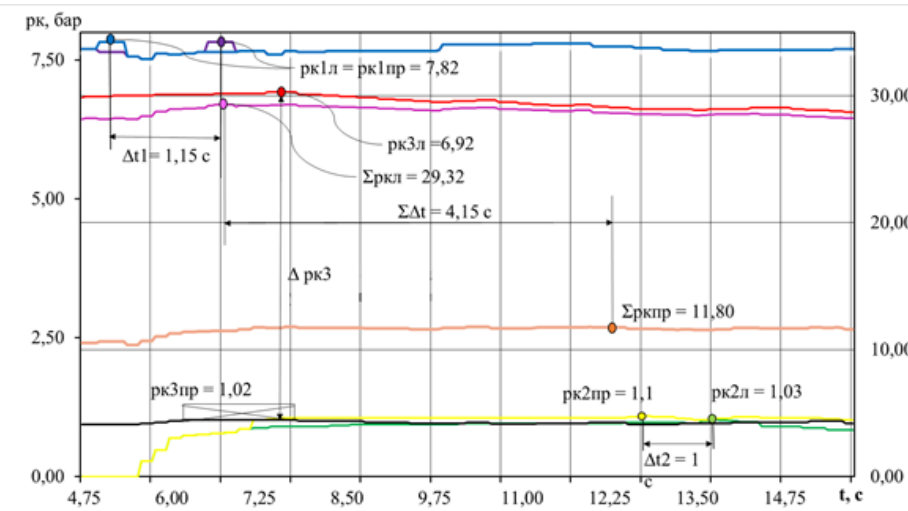
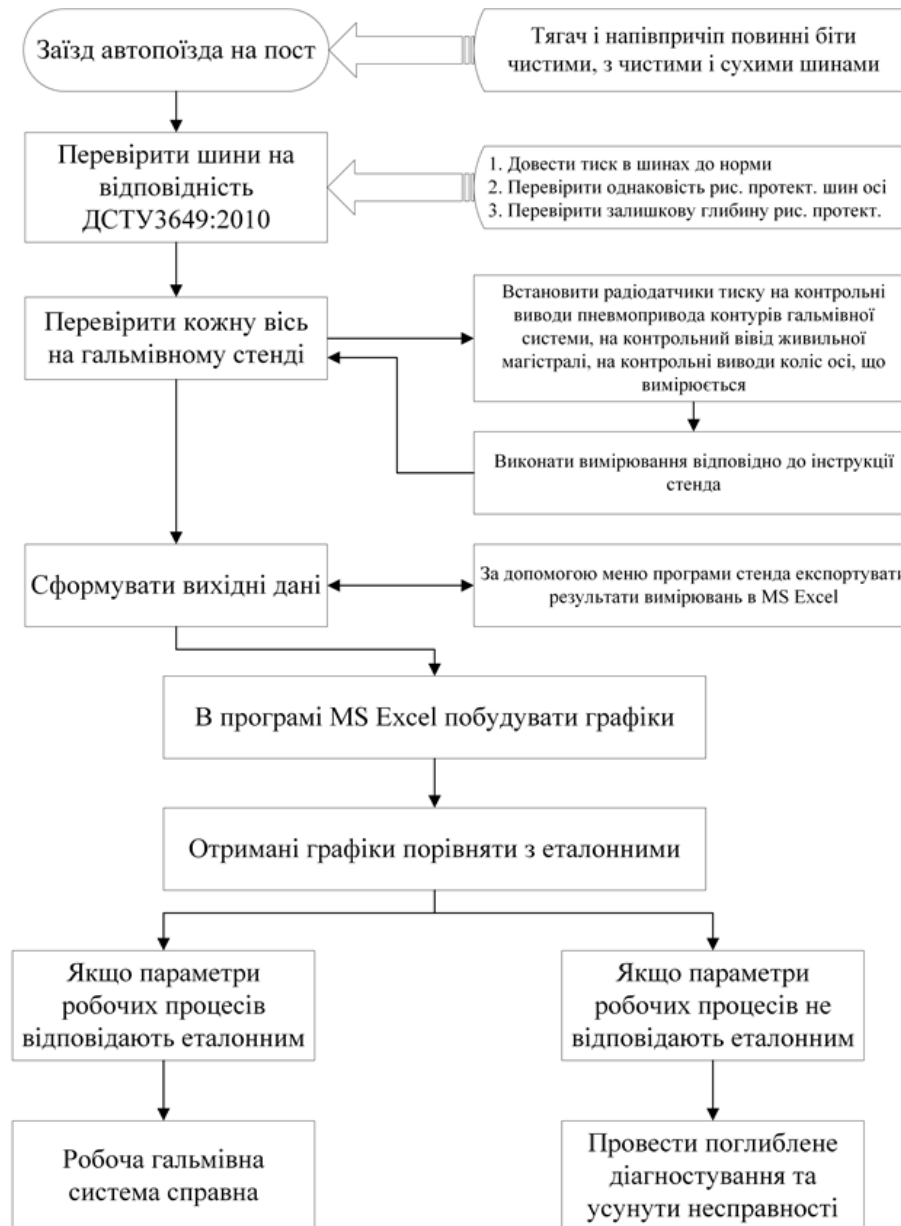
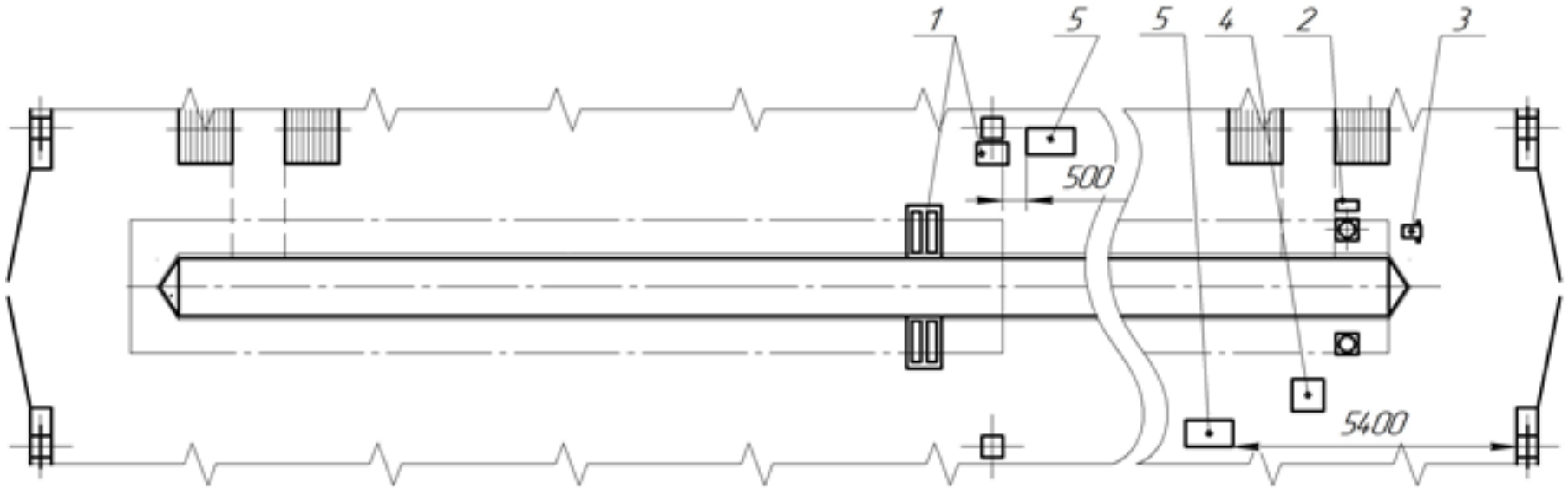


Рисунок 3 – Осцилограма залежності тиску в гальмівних камерах коліс сідлового автопоїзда від часу при гальмуванні несправної робочої гальмівної системи

Алгоритм діагностування робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда на гальмівному стенді



Планувальне рішення поста діагностування



- 1 – стенд гальмівний МАНА; 2 – установка для перевірки рульового керування;
3 – фотометр ИПФ-1; 4 – стійка з обладнанням (мотортестер, сканер, газоаналізатор,
димомір та ін.); 5 – шафа для приладів

Висновки

Під час виконання даної магістерської кваліфікаційної роботи було вивчено питання підвищення безпеки руху сідлових автопоїздів за рахунок удосконалення методики діагностування технічного стану робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда.

1. В першому розділі був проведений аналіз показників та методів оцінки гальмівних властивостей сідлових автопоїздів.

2. Аналіз показників роботи та структури і стану рухомого складу та ВТБ ПП «Беркут-транс» виявив як потребу в оновленні рухомого складу підприємства так і потреби у вдосконаленні ВТБ.

3. Обґрунтовано математичну модель дослідження процесу екстреного гальмування сідлового автопоїзда та встановлено фактори, що викликають несиметрію гальмівних сил по бортах сідлового автопоїзда, яка впливає на механізм їх складання при гальмуванні, які є параметрами робочих процесів функціональних елементів пневмопривода гальм.

4. Розраховано показники ВТБ ПП «Беркут-Транс», з урахуванням як обслуговування власних автомобілів, так і надання автосервісних послуг. Розрахунки показали, що існуючі приміщення в цілому відповідають потребам. Виконана розробка поста (лінії) діагностування рухомого складу.

5. Обґрунтовано механізм формування гальмівних сил по бортах сідлового автопоїзда, що враховує «небезпечні» чинники складання автопоїзда. Було встановлено, що при допустимій нерівномірності гальмівних сил по бортах за існуючою методикою, співставлення графіків (осцилограм) тисків в гальмівних камерах і гальмівних сил коліс підтверджує, що з огляду на зміщення за часом максимумів тисків в гальмівних камерах коліс бортів сідлового автопоїзда, фактори, які викликають несиметрію дії гальмівних механізмів по бортах автопоїзда, вийшли за допустимі з БДР межі, що здатне викликати його складання. Отримані при імітації витоків стисненого повітря дані підтверджують необхідність контролю зазначених параметрів.

6. Удосконалено методику стендового контролю технічного стану робочої гальмівної системи сідлового автопоїзда, що дозволяє з високим ступенем достовірності локалізувати несправність пневмоприводів систем, що в сукупності з вирішеними вище завданнями дозволить забезпечити попередження складання сідлового автопоїзда.

7. Оцінка економічного ефекту виконана за рахунок зниження собівартості автомобільних перевезень ПП «Беркут-Транс» та за рахунок запобігання виникненню ДТП. Термін окупності запровадження методики складе 0,59 роки.

8. В п'ятому розділі вивчено питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в виробничій зоні ПП «Беркут Транс».