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

Графічний матеріал до
магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

Удосконалення методики діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів в умовах авторемонтної бази товариства з обмеженою відповідальністю "Тотал-Агро" місто Хмельницький

спеціальність 274 – «Автомобільний транспорт»

Розробив: ст. гр. 1АТ-18м
Ковпак О. О.

Керівник: к.т.н., доц.
Кашканов В. А.

Вінниця – 2019 р.

Мета роботи – удосконалення методики діагностування гальмівних систем причіпів і напівпричіпів, яка дозволить підвищити ефективність гальмівних систем автопоїздів в експлуатації.

Завдання дослідження

– виконати науково-технічне обгрунтування необхідності удосконалення методики діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів;

– виконати математичне моделювання функціонування гальмівних систем сідельних автопоїздів;

– виконати аналіз діяльності підприємства та стану авторемонтної бази товариства з обмеженою відповідальністю «Тотал-Агро» місто Хмельницький;

– розробити засоби діагностування та методику діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів;

– розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Методи досліджень

При розв’язанні поставлених задач використовувались методи досліджень, основані на застосуванні системного аналізу, математичного моделювання, математичної статистики, теорії автомобіля.

Об'єкт дослідження – процес визначення діагностичних параметрів гальмівної системи автопоїздів з пневматичним гальмівним пристроєм

Предмет дослідження – гальмівна система автопоїздів з пневматичним гальмівним пристроєм

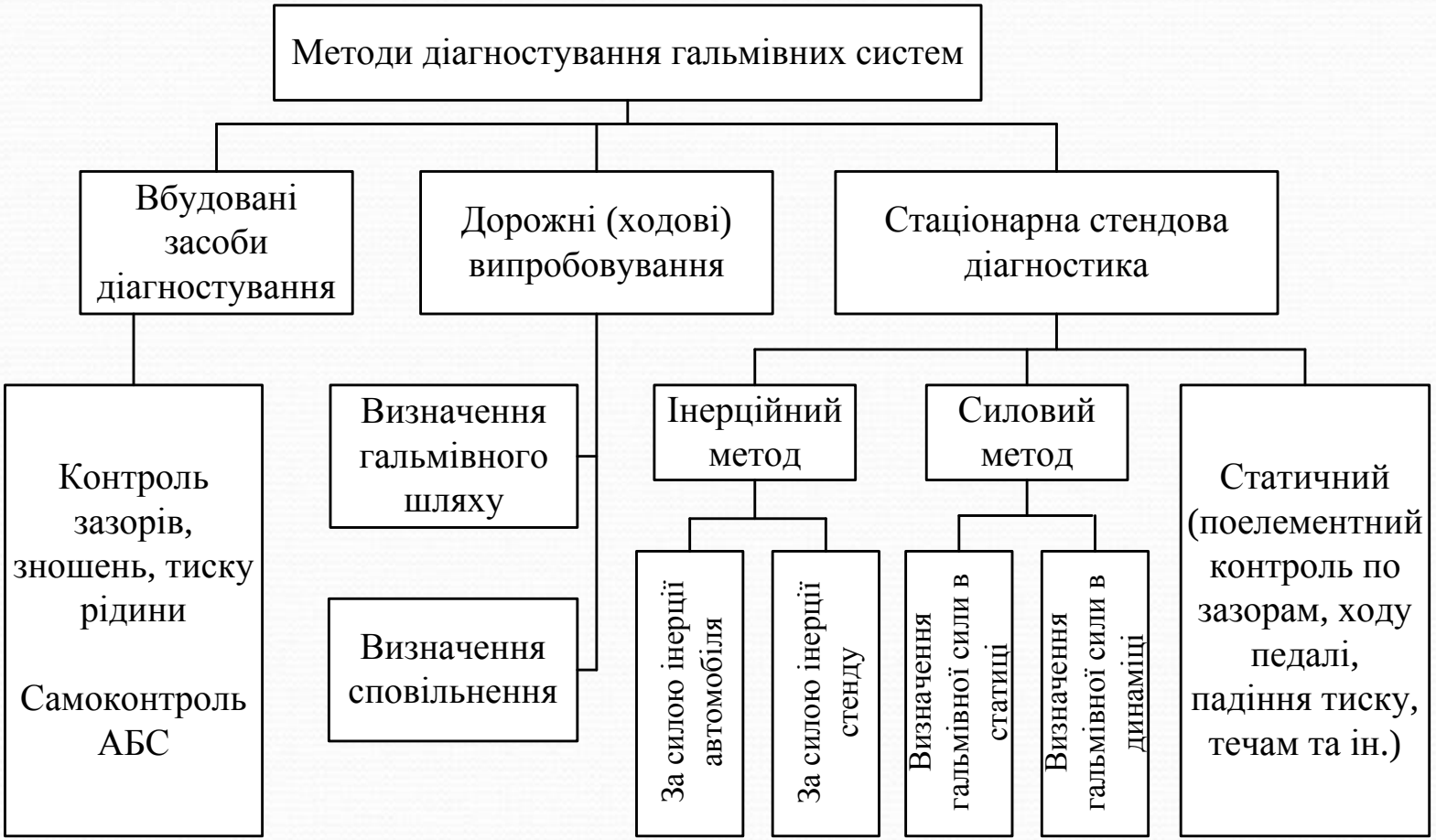
Наукова новизна одержаних результатів

Набув подальшого розвитку метод діагностування гальмівних систем автопоїздів з пневматичним гальмівним пристроєм в умовах експлуатації.

Практичне значення одержаних результатів

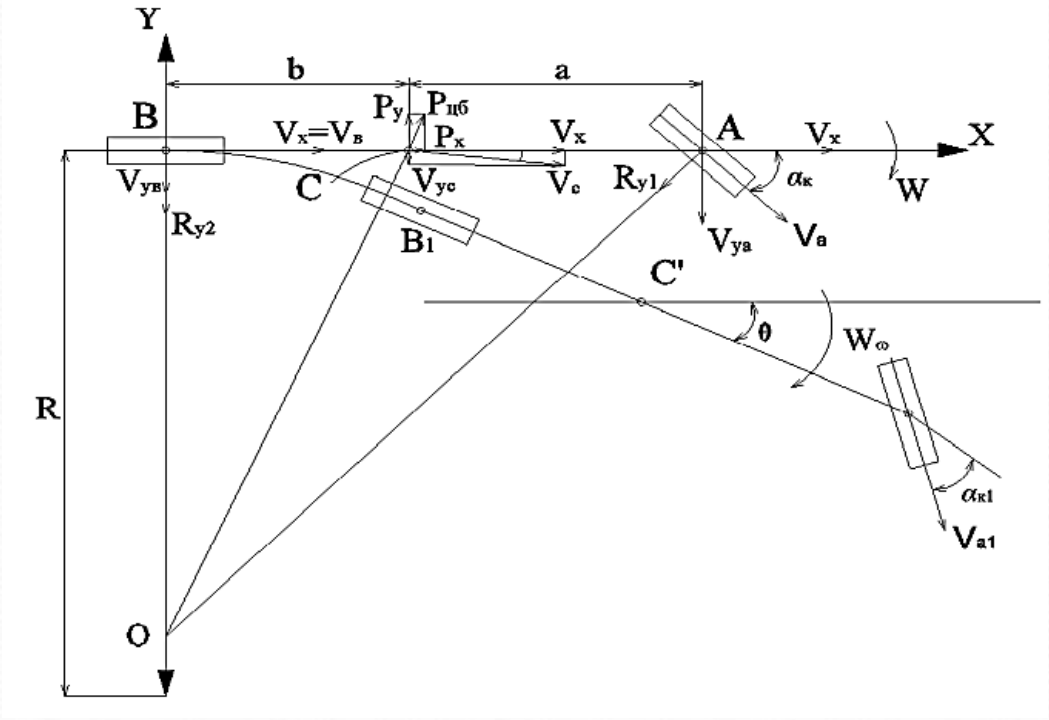
Результати наукового дослідження можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності робіт з діагностування технічного стану гальмівних систем АТЗ категорій О2, О3, О4.

Класифікація методів контролю гальмівних систем автомобілів



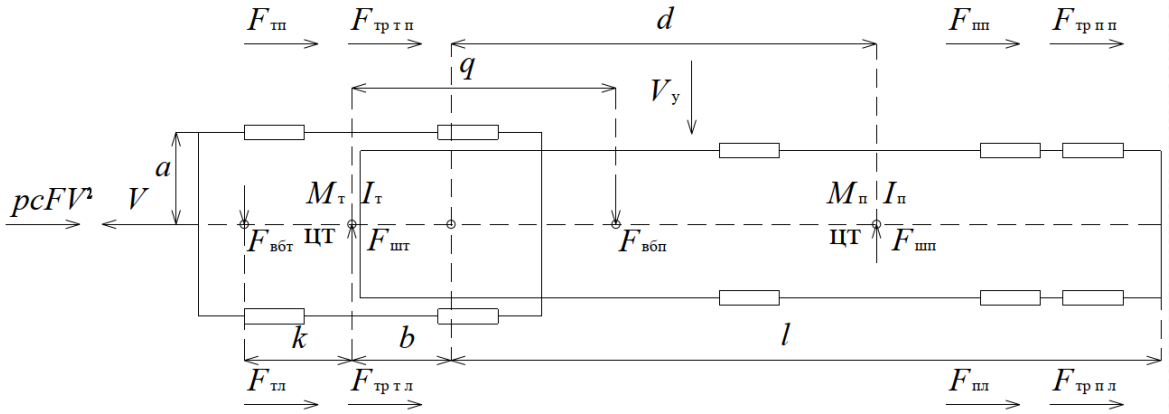
Класифікація стендів для діагностування гальмівних якостей АТЗ

Розрахункова схема сил, які діють при криволінійному русі



: A_1 – центр передньої осі при зміщенні точки А; B_1 – центр задньої осі при зміщенні точки В; C' – центр мас при зміщенні точки С; V_C – швидкість центру мас (точки С); $\alpha_к$ – кут повороту керованих коліс ТЗ; θ – кут зміщення відносно осі Х; V_x – проекція V_C на поздовжню вісь Х – швидкість руху ТЗ; V_y – проекція V_C на поперечну вісь Y (швидкість бокового зміщення ТЗ); γ – кут між поздовжньою віссю та вектором швидкості V_C.

Розрахункова схема автопоїзда при гальмуванні



$$
\begin{cases}
\alpha_т = \int_0^t \omega_т dt \\
\omega_т = \int_0^t \frac{\left(F_{тл} - F_{тл}\cdot e^{-ut^2} + F_{тртл} - F_{тп} + F_{тп}\cdot e^{-ut^2} - F_{тртп}\right)\cdot a + F_{вбт}\cdot k + F_{вбп}\cdot q}{I_т} dt + \\
+ \int_0^t \frac{-4F_{шт}\cdot w\cdot i + \left(F_{пл} - F_{пл}\cdot e^{-ut^2} + F_{трпл} - F_{пп} + F_{пп}\cdot e^{-ut^2} - F_{трпп}\right)\cdot a\cdot b \div l}{I_т} dt \\
\alpha_п = \int_0^t \omega_п dt \\
\omega_п = \int_0^t \frac{\left(F_{пл} - F_{пл}\cdot e^{-ut^2} + F_{трпл} - F_{пп} + F_{пп}\cdot e^{-ut^2} - F_{трпп}\right)\cdot a + F_{вбт}\cdot (k+b+d) + F_{вбп}\cdot (b+d-q)}{I_т} dt - \\
- \int_0^t \frac{-6F_{шп}\cdot w\cdot j + \left(F_{пл} - F_{пл}\cdot e^{-ut^2} + F_{трпл} - F_{пп} + F_{пп}\cdot e^{-ut^2} - F_{трпп}\right)\cdot a\cdot d \div l}{I_т} dt \\
s = \int_0^t V dt \\
V = \int_0^t \frac{F_{тл} - F_{тл}\cdot e^{-ut^2} + F_{тртл} + F_{тп} - F_{тп}\cdot e^{-ut^2} + F_{тртп} + F_{пл} - F_{пл}\cdot e^{-ut^2} + F_{трпл} + F_{пп} - F_{пп}\cdot e^{-ut^2}}{M_т + M_п} dt + \\
+ \int_0^t \frac{F_{трпп} + \mathrm{F_{св}}}{M_т + M_п} dt
\end{cases}
$$

Основні рівняння математичних моделей

Основні рівняння математичної моделі тягача

$$\begin{cases} \sum F_x = ma = \dfrac{G}{g}\cdot a \\ \sum F_z = 0 \\ I_{\text{т}}\varphi''_{\text{т}} = \sum M_{\text{т}} \\ I_{\text{тпод}}\varphi''_{\text{цтпт}} = \sum M_{\text{тпод}} \\ I_{\text{ту}}\varphi''_{\text{ту}} = \sum M_{\text{ту}} \end{cases};$$

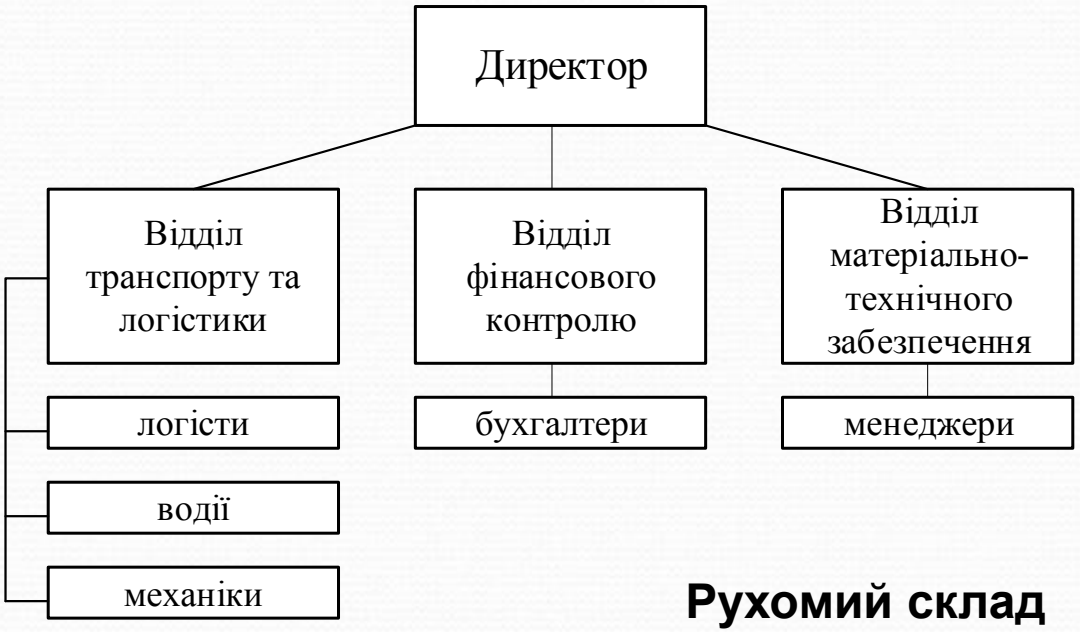
$$\begin{cases} F_{\text{трт1}} + F_{\text{трт2}} + F_{\text{трт3}} + F_{\text{трт4}} + P_{\text{свозд}} + y_{\text{сп}} = \dfrac{G}{g}\cdot a \\ R_{\text{дин1}} + R_{\text{дин2}} + R_{\text{дин3}} + R_{\text{дин4}} - G - G_{\text{сдинп}} = 0 \\ F_{\text{трт1}}(l_{\text{т1}} - l_{\text{т}}) + F_{\text{трт3}}l_{\text{т}} - F_{\text{трт2}}(l_{\text{т1}} - l_{\text{т}}) - F_{\text{трт4}}l_{\text{т}} + M_{\text{т1}} + M_{\text{т3}} - M_{\text{т2}} - M_{\text{т4}} + F_{sm}k = I_{\text{т}}\varphi_{\text{т}} \\ F_{\text{трт1}}(l_{\text{т1}} - L_{\text{тпод}}) + F_{\text{трт3}}L_{\text{тпод}} - F_{\text{трт2}}(l_{\text{т1}} - L_{\text{тпод}}) - F_{\text{трт4}}L_{\text{тпод}} + M_{\text{т1}} + M_{\text{т3}} - M_{\text{т2}} - M_{\text{т4}} + \\ + F_{sт}(k - l_{\text{т}} + L_{\text{тпод}}) = I_{\text{тпод}}\varphi''_{\text{цтпт}} \\ M_{\text{т1}} + M_{\text{т3}} - M_{\text{т2}} - M_{\text{т4}} + \dfrac{(R_{\text{дин1}} + R_{\text{дин3}} - R_{\text{дин2}} - R_{\text{дин4}})B_{\text{т}}}{2} = I_{\text{ту}}\varphi_{\text{ту}} \end{cases}.$$

Основні рівняння математичної моделі напівпричепа

$$\begin{cases} \sum F_x = m_{\text{п}}a = \dfrac{G_{\text{п}}}{g}a \\ \sum F_z = 0 \\ I_{\text{п}}\varphi''_{\text{п}} = \sum M_{\text{п}} \\ I_{\text{ппод}}\varphi''_{\text{цтпп}} = \sum M_{\text{ппод}} \\ I_{\text{пу}}\varphi''_{\text{пу}} = \sum M_{\text{пу}} \end{cases};$$

$$\begin{cases} F_{\text{трп1}} + F_{\text{трп2}} + F_{\text{трп3}} + F_{\text{трп4}} + F_{\text{трп5}} + F_{\text{трп6}} - y_{\text{с}} = \dfrac{G_{\text{п}}}{g}a \\ R_{\text{дин5}} + R_{\text{дин6}} + R_{\text{дин7}} + R_{\text{дин8}} + R_{\text{дин9}} + R_{\text{дин10}} - G_{\text{п}} + G_{\text{сдин}} = 0 \\ F_{\text{трп1}}(l_{\text{п1}} - l_{\text{п}}) + F_{\text{трп3}}(l_{\text{п}} - l_{\text{п2}}) + F_{\text{трп5}}l_{\text{п}} - F_{\text{трп2}}(l_{\text{п1}} - l_{\text{п}}) - F_{\text{трп4}}(l_{\text{п}} - l_{\text{п2}}) - F_{\text{трп6}}l_{\text{п}} + M_{\text{п1}} + M_{\text{п3}} + \\ + M_{\text{п5}} - M_{\text{п2}} - M_{\text{п4}} - M_{\text{п6}} - F_{sn}l = I_{\text{п}}\varphi''_{\text{цтп}} \\ F_{\text{трп1}}(l_{\text{п1}} - L_{\text{ппод}}) + F_{\text{трп3}}(L_{\text{ппод}} - l_{\text{п2}}) + F_{\text{трп5}}L_{\text{ппод}} - F_{\text{трп2}}(l_{\text{п1}} - L_{\text{ппод}}) - F_{\text{трп4}}(L_{\text{ппод}} - l_{\text{п2}}) - \\ - F_{\text{трп6}}L_{\text{ппод}} + M_{\text{п1}} + M_{\text{п3}} + M_{\text{п5}} - M_{\text{п2}} - M_{\text{п4}} - M_{\text{п6}} - F_{sn}(l + l_{\text{п}} - L_{\text{ппод}}) = I_{\text{ппод}}\varphi''_{\text{цтпп}} \\ M_{\text{п1}} + M_{\text{п3}} + M_{\text{п5}} - M_{\text{п2}} - M_{\text{п4}} - M_{\text{п6}} + (R_{\text{дин5}} + R_{\text{дин7}} + R_{\text{дин9}} - R_{\text{дин6}} - R_{\text{дин8}} - R_{\text{дин10}})\dfrac{B_{\text{п}}}{2} = \\ = I_{\text{пу}}\varphi''_{\text{пу}} \end{cases}.$$

Структура управління ТОВ «Тотал-Агро» та рухомий склад підприємства



Рухомий склад

Рухомий склад

Найменування	Рік випуску	Кількість, од	Вид палива
Тягачі			
Renault Magnum 460	2008	3	Диз.паливо
DAF XF105.460	2012	3	Диз.паливо
Renault Magnum 480	2012	3	Диз.паливо
DAF XF95 380	2006	1	Диз.паливо
Напівпричепи			
Schmitz S01	2008	8	-
Schmitz S02	2010	1	-
Lambert LVFS3E11R	2006	1	-

План виробничого корпусу авторемонтної бази ТОВ «Тотал-Агро»

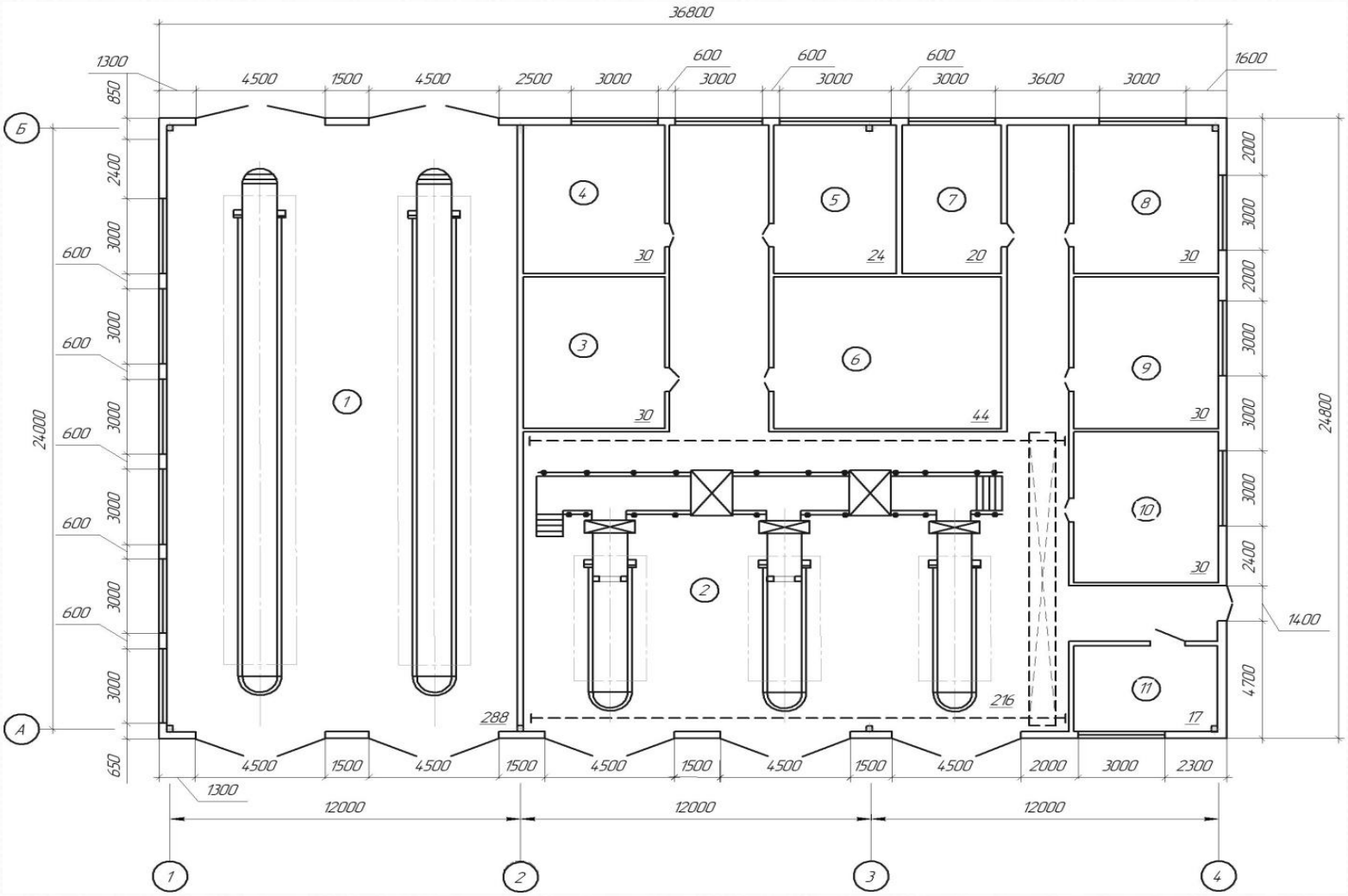
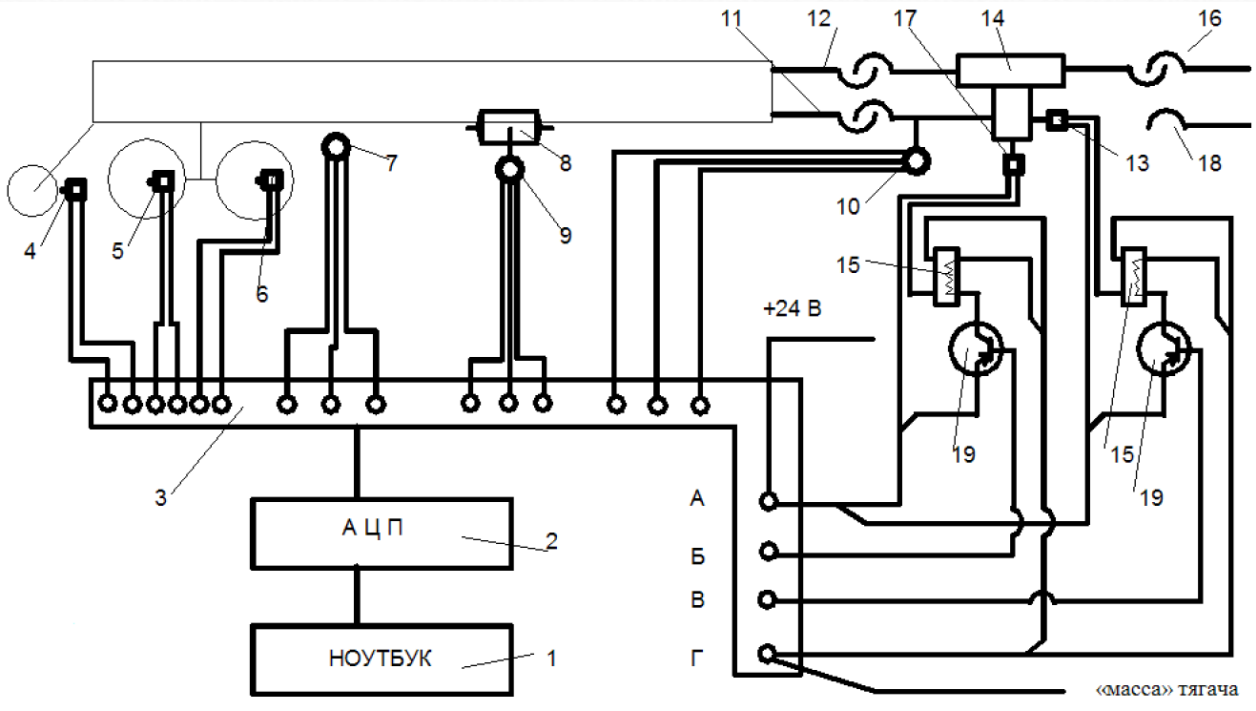
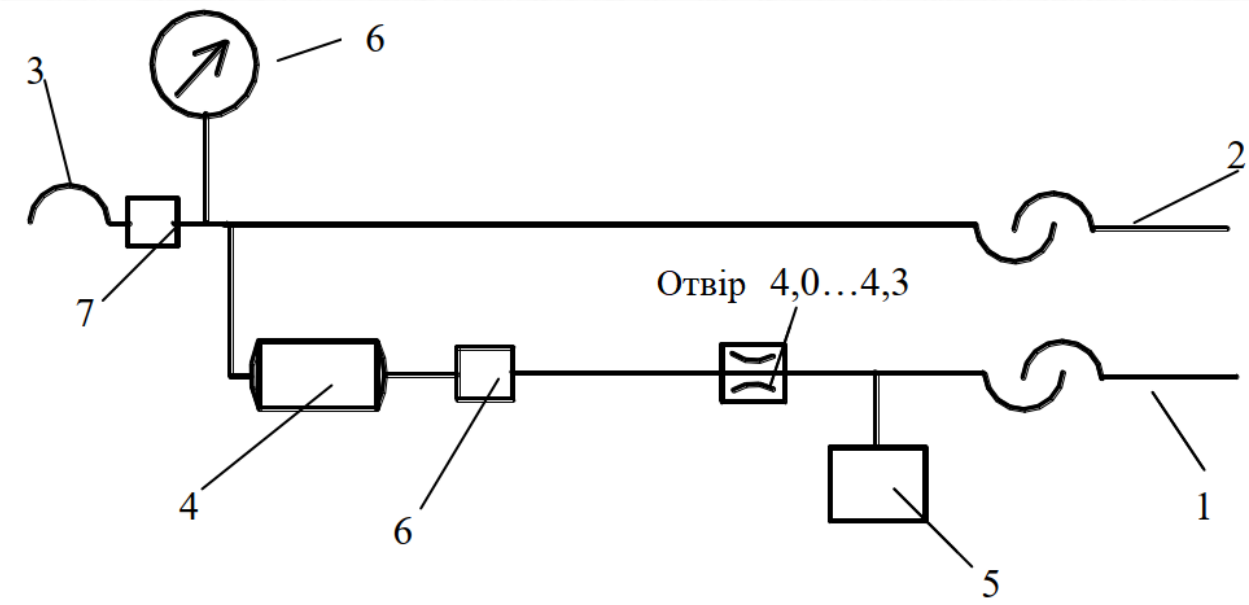


Схема контрольно-вимірювального комплексу



1 - ноутбук; 2 - АЦП; 3 - монтажний блок; 4 - індукційний датчик («п'яте колесо); 5, 6 -індукційні датчики АБС; 7 - датчик тиску в гальмівній камері; 8 - ресивер причепа; 9 -датчик тиску в ресивері; 10 - датчик тиску в керуючій магістралі; 11 - керуюча магістраль причепа; 12 - магістраль живлення причепа; 13 - електропневмоклапан підвищення тиску; 14 - задавач тиску; 15 - реле; 16 - магістраль живлення тягача; 17 - електропневмоклапан зниження тиску; 18 - керуюча магістраль тягача; 19 - транзистор; А - «+ 24В»; Б - керування електропневмоклапаном підвищення тиску; В – керування електропневмоклапаном зниження тиску; Г - «маса» тягача

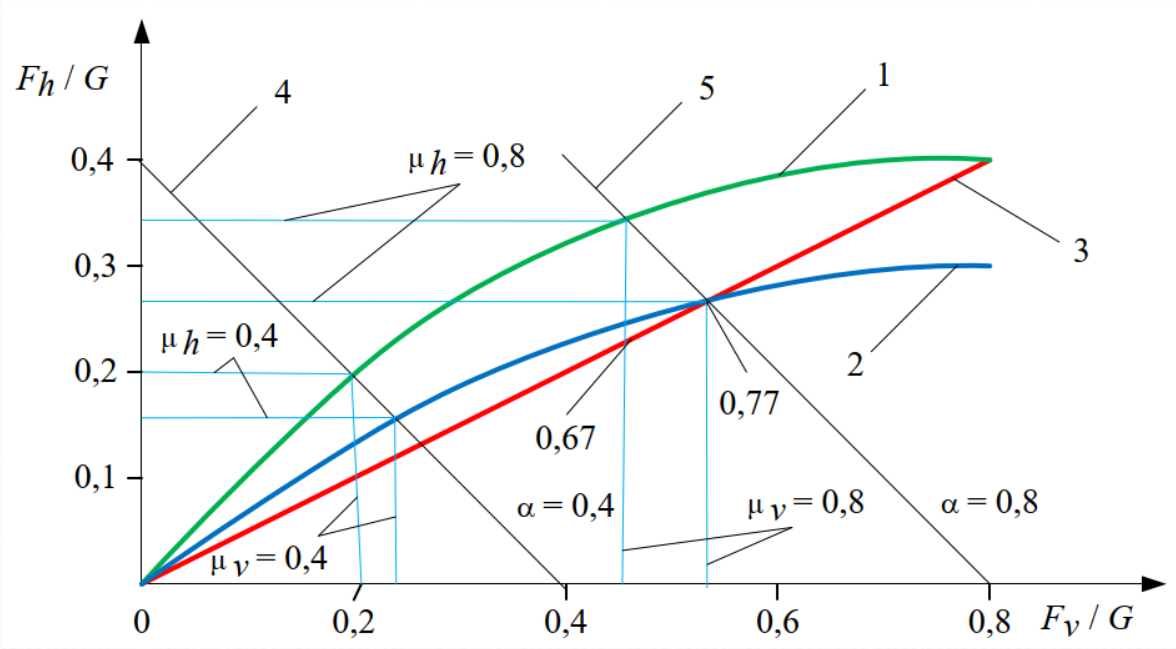
Схема імітатора тягача



1 - керуюча магістраль причепа; 2 – магістраль живлення причепа;
3 - сполучний роз’єм; 4 - ресивер; 5 - датчик тиску; 6 - електропневмоклапан;
7 - стопорний клапан

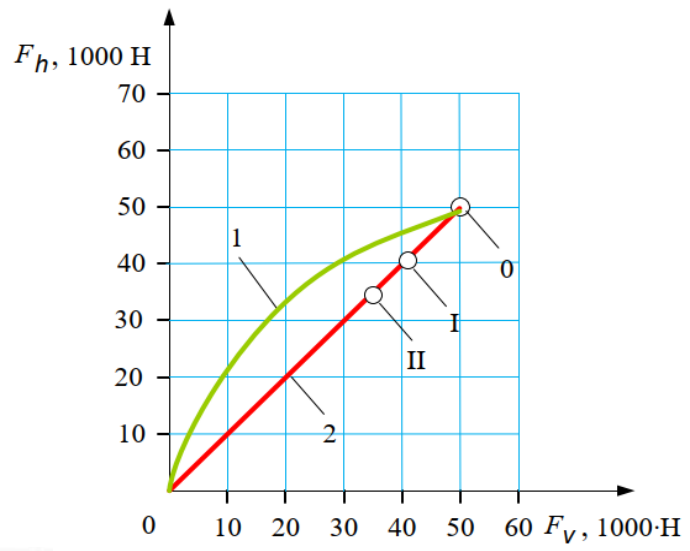
Структурна схема стенда

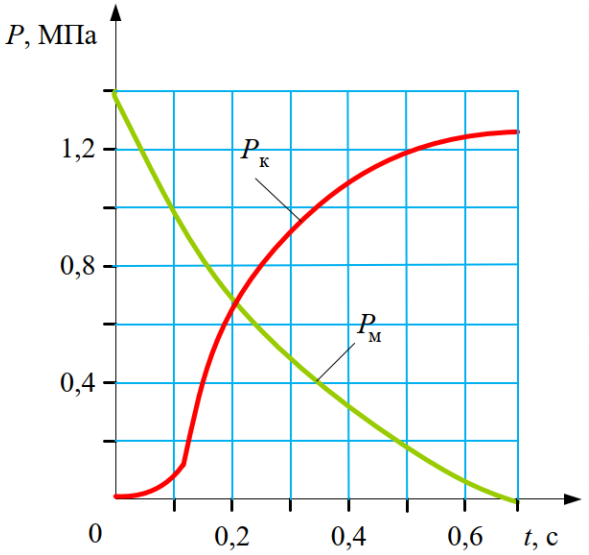
Характеристика розподілу гальмівної сили

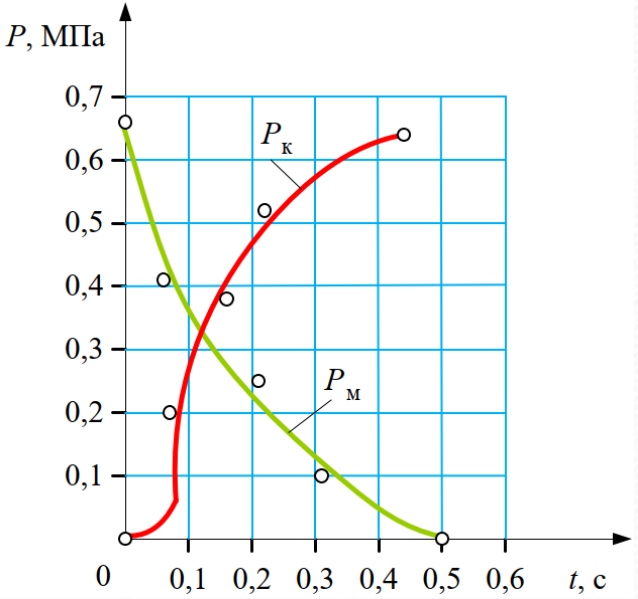


1 - ідеальний розподіл гальмівної сили для АТЗ з повним завантаженням; 2 - ідеальний розподіл гальмівної сили для АТЗ власної ваги, повністю заправленого і обладнаного водієм; 3 - встановлений розподіл гальмівної сили (за результатами випробувань); 4, 5 - прямі рівного значення коефіцієнта зчеплення в зазначених координатах; F_h - гальмівна сила на задній осі; F_v - гальмівна сила на передній осі; G - вага; (а) - криві рівних коефіцієнтів зчеплення; μ_h - коефіцієнт зчеплення на задній осі; μ_v - коефіцієнт зчеплення на передній осі

Експериментальна характеристика гальмівних сил тривісного напівпричепа







1 - ідеальна характеристика гальмівних сил для тривісного напівпричепа з повним завантаженням;
2 - встановлена характеристика гальмівних сил за результатами випробувань; 0, I, II - види випробувань

$P_к$ - тиск в гальмівних камерах;
$P_м$ - тиск в магістралі керування

Основні висновки по роботі

Кількість автопоїздів в транспортних потоках збільшується, зростає рівень небезпеки виникнення ДТП з їх участю, особливим і найбільш складним видом ДТП за участю автопоїздів є ДТП, що виникають в результаті їх складання.

Рівень компетенції працівників автотранспортних підприємств і організацій, якість підготовки ТЗ перед виїздом з парку і ТО рухомого складу недостатнє для відповідності вимогам сучасного етапу розвитку науки і техніки.

Сучасні гальмівні системи автопоїздів це складні енергоємні, багатофункціональні системи, які перетворять зусилля на гальмівну педаль в гальмівну силу на загальмовувані колеса. У конструкції цих систем вбудовані різні функціональні елементи, що істотно підвищують їх ефективність щодо колишніх гальмівних систем. Звідси випливає, що ефективність гальмівних систем не може бути однозначно визначена тільки за параметрами зусилля на педаль і сили на загальмовуваних колесах.

Сьогодні діагностам станцій технічного обслуговування, ліній технічного контролю потрібні методичні засоби, пов'язані з володінням сучасною нормативною технічною базою, передовими технологіями забезпечення працездатності ТЗ, процедурами управління і їх інформаційної складової. Це необхідно для більш глибокого вивчення параметрів робочих процесів систем РГС і отримання показників, що визначають роботу системи на основі вимірювання і аналізу технічного стану всіх функціональних елементів пневмоприводу РГС сідельних автопоїздів.

Розроблено математичну модель робочого процесу гальмування автопоїзда, яка дозволяє визначити наступні параметри: динаміку гальмування автопоїзда; вплив ПГП (ЕПГП), ресорної підвіски, АБС на динаміку гальмування; взаємодію коліс автопоїзда з дорогою.

Сумарний вплив сили бокового вітру і повертаючого моменту на крайню передню точку АТЗ еквівалентно впливу сили бокового вітру на точку центру парусності.

Аналіз діяльності підприємства показав, що на сьогоднішній день воно надає послуги з перевезення в міжнародних та внутрішніх сполученнях, а також з транспортно-експедиційної діяльності. Основа рухомого складу – сідельні тягачі Renault та DAF і тентовані напівпричепи. Рік випуску автомобілів і напівпричепів варіює від 2006 до 2012 року. Підприємство знаходиться на стадії помірного зростання: закуповує техніку, напівпричепи, розширює сферу діяльності, впроваджує нові методи удосконалення організації робочого процесу.

На території авторемонтної бази ТОВ «Тотал-Агро» розміщені виробничі приміщення, які дозволяють якісно виконувати ремонті роботи, що передбачені виробничим процесом.

Діагностування автомобіля можливе при ходових випробуваннях або використанні стаціонарних стендових засобів. В експлуатаційних умовах ходові випробування застосовують обмежено, головним чином для інспекторської перевірки гальм і лінійної витрати палива.

Більш ефективним є стаціонарне діагностування автомобіля за допомогою спеціальних стендів, що дозволяють задавати швидкісні і навантажувальні тестові режими роботи автомобіля.

Розроблена методика діагностування гальмівної системи дозволяє провести оцінку технічного стану та сумісності гальмівного приводу сідельного тягача і напівпричепа. Розрахунково-експериментальна методика визначення показників ефективності гальмування сідельних автопоїздів, що враховує перерозподіл гальмівних сил по осях в процесі гальмування, а також зміна характеристик апаратів гальмівного пневмоприводу тягача і напівпричепа в експлуатації.

Розроблена методика прогнозування гальмівної ефективності сідельних автопоїздів, що знаходяться в експлуатації, для різних вагових станів напівпричепа.

Описано контрольно-вимірювальний комплекс для діагностування гальмівних систем з пневмоприводом транспортних засобів категорій О2, О3, О4, що дозволяє підвищити точність результатів діагностування. Застосування даного комплексу дозволяє оцінювати роботу АБС і ЕПГП автопоїзда. Показана методика діагностування при визначенні гальмівних якостей причепів (напівпричепів).

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки. Розроблено заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок режимів радіаційного захисту.