

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.372-027.45

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

НУБІП України

Вячеслав БРАТІШКО

(підпис)

(ім'я, прізвище)

«___» _____ 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

технічного сервісу та інженерного
менеджменту ім. М.П.Момотенка
(назва кафедри)

НУБІП України

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

«___» _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Удосконалення гальмівних властивостей АТЗ за умови безпеки

сільськогосподарських транспортних робіт

НУБІП України

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(код і назва)

Освітня програма «Автомобільний транспорт»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, професор

(науковий ступінь та вчене звання)

НУБІП України

Валерій ВОЙЧОК

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н. доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

НУБІП України

Людмила ТІТОВА

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Виконав:

НУБІП України

Тарас ТРУХАН

(підпис)

(ім'я, прізвище)

КИЇВ – 2022

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту ім. М.П.Момотенка

Д.Т.Н., проф.
(науковий ступінь, вчене звання)

Іван РОГОВСЬКИЙ
(ім'я, прізвище)

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Тарасу ТРУХАН
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(код і назва)

Освітня програма «Автомобільний транспорт»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Удосконалення гальмівних властивостей АТЗ за умови безпечності сільськогосподарських транспортних робіт

затверджена наказом ректора НУБіП України від «21» грудня 2021 р. № 2217 «Є»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Науково – технічна література; результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах гальмівних властивостей АТЗ за умови безпечності сільськогосподарських транспортних робіт

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз стану питання досліджень, мета, задачі дослідження
2. Теоретичний розрахунок значень гальмівних властивостей АТЗ за умови безпечності сільськогосподарських транспортних робіт
3. Методика експериментальних досліджень гальмівних властивостей АТЗ за умови безпечності сільськогосподарських транспортних робіт
4. Результати експериментальних досліджень, техніко-економічна ефективність виконаних досліджень

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 14 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Людмила ТІТОВА

(ім'я прізвище)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Тарас ТРУХАН

(ім'я прізвище)

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Сучасний стан питання. Мета та завдання дослідження	11
1.1 Забезпечення безпеки транспортних робіт, фактори, причини та обставини аварійності на дорогах.....	11
1.2 Безпека транспортних робіт у агропромисловому виробництві.....	13
1.2.1 Стан аварійності в Україні, причини та наслідки.....	18
1.2.2 Стан аварійності в агропромисловому виробництві.....	22
1.3 Транспортні засоби, що застосовуються в агропромисловому виробництві.....	23
1.4 Аналіз дослідження гальмівних пристроїв для сільськогосподарських транспортних засобів.....	29
1.5 Сучасні гальмівні пристрої для автомобілів.....	33
1.6 Дослідження систем підвищення гальмівної динамічності сільськогосподарських транспортних засобів.....	34
1.6.1 Антиблокувальні системи. Патентний пошук.....	38
Висновки до розділу.....	44
Розділ 2 Дослідження впливу несправностей сільськогосподарських транспортних засобів на безпеку транспортних робіт	45
2.1. Статистичні дані і класифікація несправностей сільськогосподарських транспортних засобів.....	45
2.2. Оцінка дій водія щодо запобігання наслідкам Підхід до несправностей сільськогосподарських транспортних засобів.....	48
2.2.1 Розрахунковий (аналітичний) метод.....	53
2.2.2 Метод експертного оцінювання.....	55
2.3. Метод статистичних випробувань.....	56
2.4. Технічні пристрої підвищення безпеки транспортних робіт.....	57
2.5. Заходи, спрямовані на підвищення безпеки транспортних робіт. Оцінка ефективності заходів.....	62
2.6. Вплив властивостей системи «Водій – система управління – ЄТЗ» на	

безпеку транспортних робіт.....	68
2.7. Статистичні методи дослідження безпеки транспортних робіт, зумовлених несправностями сільськогосподарських транспортних засобів.....	75
2.8. Зв'язок безпеки транспортних робіт із виробничою ефективністю.....	84
Висновки до розділу.....	87
Розділ 3 Результати досліджень.....	88
3.1. Розробка гальмівних пристроїв.....	88
3.1.1 Опис розробленого гальмівного пристрою для АТЗ.....	89
3.1.2 Опис розробленого гальма автомобіля.....	98
3.1.3 Опис розробленого гальма механічних транспортних засобів.....	108
3.2. Опис розробленої антиблокувальної системи.....	112
3.3. Опис розробленої педалі керування автотранспортним засобом.....	119
Висновки до розділу.....	121
Розділ 4 Випробування. Оцінка економічної ефективності результатів досліджень.....	122
4.1. Впровадження результатів досліджень.....	112
4.2. Розрахунок економічної ефективності від застосування гальмівного пристрою.....	122
Висновки до розділу.....	128
Загальні висновки.....	129
Список літератури.....	131

НУБІП України

НУБІП України

Вступ

Збільшення обсягу перевезень в агропромисловому виробництві України, розширення номенклатури вантажів, що перевозяться, вимагає збільшення кількості сільськогосподарських транспортних засобів (СТЗ), підвищення їх продуктивності. Значним резервом підвищення ефективності використання сільськогосподарських транспортних засобів стане застосування автомобілів великої вантажопідйомності, які дозволяють збільшити вантажопідйомність автотранспортного парку. Однак одночасно із застосуванням таких автомобілів постає проблема забезпечення безпеки на транспортних роботах, зокрема безпека руху на дорогах.

У 2015 році внаслідок аварій на дорогах України загинуло 23114 людей, 231197 осіб було травмовано, при цьому, як показують результати дослідження дорожньо-транспортного травматизму, близько 25% травмованих стають інвалідами. Загальна смертність серед постраждалих у дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) у кілька разів вища, ніж у осіб, які отримали виробничі чи побутові травми.

Проблема підвищення безпеки руху на дорогах країни є складною та багатоплановою. Для реалізації планів держави щодо проблеми аварійності на дорогах, додатково до раніше розроблених заходів, постановою Кабінетом Міністрів України від 3 жовтня 2013 р. №864 затверджено Державну цільову програму: «Підвищення безпеки дорожнього руху у 2013–2020 роках». Одним із запропонованих заходів у програмі записано «... ..підвищення рівня активної та пасивної безпеки транспортних засобів, насамперед, за рахунок посилення вимог щодо розробки та встановлення на транспортних засобах конструктивних елементів, спрямованих на захист життя та здоров'я учасників дорожнього руху».

Вжиті в останні роки на федеральному, регіональному та місцевому рівні заходи щодо зниження показників аварійності в агропромисловому виробництві не створили стійкої тенденції їх зниження: загалом, частку АПК припадає до 10% всіх зареєстрованих дорожньо-транспортних пригод. Щороку в

агропромислового виробництві гине до тисячі осіб, при цьому 20,23% гинуть внаслідок транспортних аварій та катастроф.

Завдання збільшення обсягу вантажоперевезень в АПК, до 2020 року прогнозується збільшення обсягу до 7.2 млрд. т, може бути вирішене застосуванням сидельних, дволанкових та триланкових автопоїздів як додаткової транспортної техніки, що вже застосовується у сільськогосподарському виробництві. Виробники даної техніки стверджують, що її застосування дозволяє знизити витрату палива, в межах 20% на тонну вантажу, що перевозиться за один рейс, збільшити вагу вантажу, що перевозиться, до 50%.

Однак при широкому застосуванні автомобілів великої вантажопідйомності, в умовах зростання інтенсивності руху, проблема безпеки на дорогах набуває особливої актуальності. Насамперед, для забезпечення безпеки транспортних робіт, зниження показників аварійності необхідно забезпечити автопоїзди гальмівними властивостями, що відповідають сучасним вимогам. У перспективі вдосконалення гальмівних систем пов'язане із встановленням антиблокувальних систем (АБС), дискових гальмівних пристроїв, що дозволяють досягти високої швидкодії, стабільності характеристик у широкому діапазоні температур та тисків. Гальмівні системи повинні забезпечити високу ефективність гальмування транспортного засобу, у тому числі й багатоланкових, без занесення та перекидання, без небезпечного порушення поперечної стійкості його ланок.

Особлива роль в агропромисловому виробництві відводиться науковим дослідженням, пов'язаним з удосконаленням методів дослідження безпеки сільськогосподарських транспортних засобів, розроблення технічних засобів, що об'єктивно дозволяють забезпечити безпеку транспортні роботи.

Мета досліджень - удосконалення гальмівних властивостей сільськогосподарських транспортних засобів за умов забезпечення безпеки транспортних робіт.

Об'єкт дослідження: стан аварійності; процеси впливу технічного стану сільськогосподарських транспортних засобів на забезпечення безпеки

транспортних робіт.

Предметом дослідження є гальмівні системи, системи стійкості та керуваності сільськогосподарської транспортної техніки при гальмуванні.

Завдання дослідження:

1. Провести дослідження забезпечення безпеки транспортних робіт у агропромисловому виробництві, виявити фактори, причини, обставини дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із несправностями систем сільськогосподарських транспортних засобів.

2. Обґрунтувати ймовірну характеристику ступеня небезпеки несправностей автогосподарських транспортних засобів, обґрунтувати методи її кількісної оцінки.

3. Обґрунтувати математичну модель приватного критерію оцінки впливу технічних пристроїв, що підвищують безпеку транспортних робіт у агропромисловому виробництві.

4. Обґрунтувати математичну модель критерію оцінки ефективності заходів, спрямованих на зменшення інтенсивності несправностей систем сільськогосподарських транспортних засобів.

5. За умовами забезпечення безпеки сільськогосподарських транспортних робіт обґрунтувати показник ефективності експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів.

6. Розробити конструктивні рішення гальмівних пристроїв та антиблокувальних систем, що покращують гальмівні властивості сільськогосподарських транспортних засобів.

Наукову новизну досліджень складають:

- ймовірну характеристику оцінки впливу наслідків несправностей сільськогосподарських транспортних засобів, на безпеку транспортних робіт, методи її визначення;

- математична модель досліджень технічних пристроїв, що підвищують безпеку транспортних робіт, - приватний критерій їх оцінки; критерій ефективності експлуатаційних заходів, спрямованих на

підвищення безпеки транспортних робіт у агропромисловому виробництві;
показник виробничої ефективності експлуатації сільськогосподарських
транспортних засобів із урахуванням забезпечення безпеки транспортних робіт.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Забезпечення безпеки транспортних робіт, фактори, причини та обставини аварійності на дорогах

Проблема забезпечення безпеки транспортних робіт у агропромисловому виробництві визначається сукупністю взаємодіючих за умов довкілля системи «Водій – транспортний засіб – дорога – довкілля» (В-СТЗ-Д-Д). На жаль, до загальної системи забезпечення безпеки не входить така складова системи, як пішохід, винність яких у дорожньо-транспортних пригодах більше 30%. Значення кожного з елементів системи В-СТЗ-Д-Д у забезпеченні безпеки транспортних робіт по-різному, тому, удосконалюючи всю систему в цілому, можна забезпечити високий загальний рівень безпеки в цілому. Вітчизняний та зарубіжний досвід експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів показує, що кожна ланка системи В-СТЗ-Д-Д має різний вплив на проблему забезпечення безпеки транспортних робіт [11,14,18].

Найважливішу роль у системі забезпечення безпеки транспортних робіт у агропромисловому виробництві грає водій. До 80% усіх дорожньо-транспортних пригод на дорогах відбуваються з вини його неправильних дій чи бездіяльності.

Тому водій насамперед зобов'язаний:

– бути придатним для керування автотранспортним засобом;

– мати тверді знання Правил дорожнього руху, отримані внаслідок спеціальної підготовки в автошколі;

– бути дисциплінованим і виконавчим, дотримуватися встановлений порядок;

– мати необхідними навичками управління автотранспортним засобом, з погляду свого психофізіологічного стану.

Як показують результати розслідування дорожньо-транспортних пригод, головними причинами ДТП з вини водія стали: недисциплінованість водія, його небажання дотримуватись встановленого порядку; невідповідність професійної підготовки, недостатній досвід до аварійних ситуацій на транспортних роботах;

погіршення психофізіологічного стану водія внаслідок втому, прийому ліків. Набагато рідше причинами ДТП з вини водія є результат управління СТЗ у нетверезому стані: перевищення швидкості; зневага до правил проїзду вуличних перехресть, залізничних переїздів та інші [12, 21, 58].

Фактор "Водій" не можна порівнювати з іншими факторами, наприклад "Транспортний засіб" і "Дорога" в силу своєї складності, специфіки та важливості.

Сучасна статистика розслідування ДТП свідчить, що через незадовільні дорожні умови відбувається до 8% дорожньо-транспортних пригод, при цьому погані дорожні умови стали супутніми причинами до 40% пригод. Рівність дорожнього полотна, зменшена ширина смуги руху, низька величина коефіцієнта зчеплення, незадовільний стан узбіччя, незадовільне облаштування дороги, це несприятливі фактори, що безпосередньо сприяють підвищенню аварійності. Ці фактори важко переоцінити, аналізуючи проблему забезпечення безпеки транспортних робіт у несприятливих погодних умовах, особливо восени - зимовий період.

Відповідно до Правил дорожнього руху водій зобов'язаний у будь-яких погодних умовах забезпечити безпеку на дорогах, наприклад, шляхом вибору безпечної дистанції при поганій видимості, навіть повністю зупинити автомобіль. У зимовий період, на слизьких дорогах, більшість дорожньо-пригод пов'язана із занесенням і перекиданням автомобіля, складання автопоїзда, відмовами кермового керування, низькими гальмівними якостями автотранспортних засобів і так далі. У таких складних погодних умовах, при зниженні швидкості, гальмівні пристрої можуть не тільки допомогти водієві, але й завдати шкоди за умови невмілого користування гальмами. При встановленні на сучасні автомобілі антиблокувальної системи (АБС) кількість ДТП, пов'язаних з недостатнім забезпеченням гальмівного керування, значно зменшиться. Неоптимальний малюнок протектора шини, непридатний для складних погодних та дорожніх умов, відсутність шипів на шинах у зимовий час, конструкція автомобільної фари, що засліплює водіїв та недостатньо освітлює

дорогу, не сприяють зниженню показників аварійності.

1.1.1 Безпека транспортних робіт у агропромисловому виробництві

Проблеми забезпечення надійності, ефективності та безпеки транспортно-технологічних процесів у агропромисловому виробництві присвячені теоретичні та практичні дослідження вчених нашої країни [42].

Безпека транспортних робіт в агропромисловому виробництві залежить від надійної роботи сільськогосподарських транспортних засобів, служб експлуатації та ремонту СТЗ, служб організації безпеки транспортних робіт, а також умов довкілля, погоди та стану доріг. Складна конструкція технічних систем та обладнання сільськогосподарських транспортних засобів, величезна кількість людей, які беруть участь в організації та забезпеченні безпеки транспортно-технологічних процесів агропромислового виробництва, за участі сільськогосподарських транспортних засобів, експлуатація СТЗ у різних дорожніх та кліматичних умовах, викликають різноманітність небезпечних факторів, що негативно впливають на безпеку СТЗ в експлуатації. Насамперед, ці фактори поділяються на сприятливі та несприятливі.

Несприятливі, що діють на СТЗ, які можуть призводити до несприятливого результату експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів: інцидентів, аварій та катастроф. Як правило, несприятливі фактори взаємопов'язані один з одним і характером дії діляться на випадкові і нестійкі. Тому незадовільний результат експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів буває наслідком впливу багатьох факторів, які негативно впливають на безпеку експлуатації транспортно-технологічного процесу в сукупності.

Інтегральний вплив позитивних та негативних факторів на рівень безпеки експлуатації транспортно-технологічного процесу розраховується за результатами багаторічної експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів. Щоб оцінити вплив на безпеку окремих факторів або їх різноманіття, необхідно розглянути їхню природу появи через виникнення та характер появи негативних наслідків [20, 24].

Рівень безпеки експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів визначається властивостями системи «водій – сільськогосподарський транспортний засіб – навколишнє середовище» (В-СТЗ-НС). Система В-СТЗ-НС є об'єктом дослідження безпеки транспортних робіт в аграрному виробництві. У результаті, система «водій – сільськогосподарський транспортний засіб – довкілля» складається з наступних підсистем, що взаємодіють між собою:

- підсистему проектування, створення сільськогосподарських транспортних засобів;
- підсистему навчання, технічної підготовки водіїв, інженерних працівників, які забезпечують безпеку сільськогосподарських транспортних засобів;
- організаційну підсистему забезпечення безпеки сільськогосподарських транспортних робіт.

Взаємозв'язки підсистем представлені рисунку 1.1.



Рис. 1.1. Взаємозв'язки підсистем дослідження безпеки транспортних робіт у аграрному виробництві.

Враховуючи, що система – СТЗ – НС є різноманітною системою, кожен елемент її включає технічні елементи і людини [120,121]. Всі фактори, що несприятливо впливають на безпеку експлуатації СТЗ, поділяються на декілька груп:

- ✓ група факторів, пов'язаних з експлуатацією сільськогосподарських

транспортних засобів;

- ✓ група факторів, пов'язаних із психофізіологічними особливостями водія;
- ✓ група факторів, пов'язаних з дорогами та зовнішнім довкіллям.

✓ Розглядаючи подані групи факторів, що забезпечують безпеку транспортних робіт, бачимо, що перші дві групи є ланками внутрішніх властивостей системи

В-СТЗ-Н група факторів, визначальних проектно-конструктивне і технологічна досконалість СТЗ;

✓ група факторів, визначальних надійність, безвідмовність, працездатності технічних систем та обладнання СТЗ;

✓ група факторів, що визначають експлуатаційну технологічність СТЗ;

✓ група факторів, визначальних контроль і ремонтпридатність технічних систем та обладнання СТЗ;

✓ група факторів, що визначають ергономічність СТЗ

Групи факторів, що визначають надійність, експлуатаційну технологічність, контроль, ремонтпридатність у сукупності характеризують досконалість експлуатаційних властивостей СТЗ. Експлуатаційна

недосконалість СТЗ, за цією загальною, комплексною характеристикою,

призводять до виникнення у водія, що експлуатує техніку, в процесі

експлуатації, ремонту СТЗ помилок, її відмові і несправностям [20].

Сільськогосподарські транспортні засоби мають відповідати можливостям водія, що визначає досконалість її ергономічних характеристик. До таких характеристик належать:

– характеристики керованості, які дозволяють за допомогою кермового управління вивести СТЗ із небезпечної ситуації;

– характеристики стійкості, що дозволяють знизити ймовірність перекидання СТЗ;

– інформаційні системи, що надають інформацію для водія про працездатність систем СТЗ;

– Показники ступеня автоматизованого управління СТЗ та інші.

Ці характеристики, визначаються якістю взаємодії між водієм та СТЗ.

Низька якість характеристик, недостатня ергономічна досконалість, призводять до помилкових дій водія при експлуатації та ремонті сільськогосподарських транспортних засобів. Другу групу факторів, пов'язаних із психофізіологічними особливостями водія, визначають, як порушення узаконених правил, неправильну дію чи бездіяльність працівників, які беруть участь в організації транспортних робіт, пов'язаних з організацією, забезпеченням та виконанням проблем безпеки експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів. Ці фактори виступають С, при цьому кожна ланка системи «водій – сільськогосподарський транспортний засіб – довкілля» становить співвідношення факторів, пов'язаних із сільськогосподарськими транспортними засобами, та факторів пов'язаних з психофізіологічними особливостями водія та їх конкретизація завжди будуть різними. Вважаючи, ланка системи «водій – сільськогосподарський транспортний засіб» у забезпеченні безпеки експлуатації СТЗ є найважливішою. Визначимо загальні чинники, пов'язані з сільськогосподарськими транспортними засобами даної ланки.

– Ці фактори видаються такими групами: група факторів, визначальних проектно-конструктивне і технологічна досконалість СТЗ;

– група факторів, визначальних надійність, безвідмовність, працездатності технічних систем та обладнання СТЗ;

– група факторів, що визначають експлуатаційну технологічність СТЗ;

– група факторів, визначальних контроль і ремонтпридатність технічних систем та обладнання СТЗ;

– група факторів, що визначають ергономічність СТЗ.

Групи факторів, що визначають надійність, експлуатаційну технологічність, контроль, ремонтпридатність у сукупності характеризують досконалість експлуатаційних властивостей СТЗ. Експлуатаційна недосконалість СТЗ, за цією загальною, комплексною характеристикою, призводять до виникнення у водія, що експлуатує техніку, в процесі експлуатації, ремонту СТЗ помилок, її відмові і несправностей [21].

Сільськогосподарські транспортні засоби мають відповісти можливостям

водія, що визначає досконалість її ергономічних характеристик. До таких характеристик належать:

- характеристики керуваності, які дозволяють за допомогою кермового управління вивести СТЗ із небезпечної ситуації;

- характеристики стійкості, що дозволяють знизити ймовірність перекидання СТЗ;

- інформаційні системи, що надають інформацію для водія про працездатності систем СТЗ;

- Показники ступеня автоматизованого управління СТЗ та інші.

Ці характеристики визначаються якістю взаємодії між водієм та СТЗ.

Низька якість характеристик, недостатня ергономічна досконалість, призводять до помилкових дій водія при експлуатації та ремонті сільськогосподарських транспортних засобів. Другу групу факторів, пов'язаних із психофізіологічними

особливостями водія, визначають, як порушення узаконених правил, неправильну дію чи бездіяльність працівників, які беруть участь в організації транспортних робіт, пов'язаних з організацією, забезпеченням та виконанням проблем безпеки експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів. Ці

фактори виступають

як цілком конкретна причина, закладена в індивідуальних особливостях водіїв, сюди входять:

- рівень професійної, технічної підготовки водія;

- психофізичний стан водія;

- дисциплінованість водія;

- особисті особливості водія та інші.

Третю групу факторів, пов'язаних із довкіллям, визначають як фактори природного середовища, що негативно впливають на безпеку експлуатації СТЗ,

сюди входить і фактор дороги. До цієї категорії факторів належить також

наявність у навколишньому середовищі різних зовнішніх предметів, які потенційно можуть впливати на безпеку сільськогосподарських транспортних робіт. Сильний дощ, сніг, вітер, ожеледиця на дорогах можуть безпосередньо

впливати на безпеку сільськогосподарських транспортних робіт, викликати відмови та несправності СТЗ, викликати помилки водія під час експлуатації та ремонту.

З вище викладеного випливає, що рівні за результатом негативних наслідків негативні фактори, які можуть впливати на безпеку сільськогосподарських транспортних робіт, мають різну причину свого виникнення. Це дозволяє характером негативних наслідків, несприятливі чинники розділити втричі групи: несправність сільськогосподарських транспортних засобів, помилки водія і обслуговуючого, сільськогосподарські транспортні засоби працівників, несприятливі кліматичні умови [12].

Велика кількість факторів, які негативно впливають на безпеку експлуатації СТЗ, вимагають наукового аналізу причин їх появи, оцінки кожного фактора за ступенем небезпеки, розроблення профілактичних інженерно-технічних заходів, які дозволяють забезпечити безпеку сільськогосподарських транспортних робіт.

Взаємозв'язок чинників характером негативних наслідків, представлена рисунку 1.2.

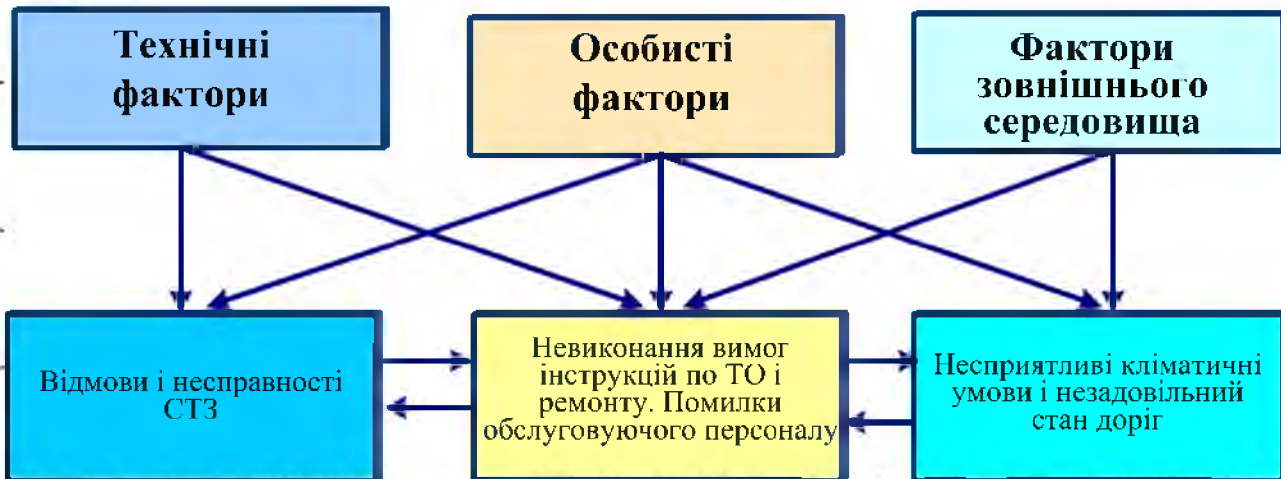


Рис. 1.2 Взаємозв'язок факторів

1.2 Стан аварійності в Україні, причини та наслідки

Зростання автомобільного транспорту дорогах України поруч із позитивними моментами має і негативні наслідки.

У листопаді 2005 року на засіданні щодо забезпечення безпеки дорожнього руху (БДР) окреслили проблему безпеки на українських дорогах дуже серйозною погіршення ситуації багато в чому пояснюється такими причинами:

- постійно зростаюча мобільність населення;
- зменшення перевезень громадським транспортом та збільшення перевезень особистим транспортом;

- наростаюча диспропорція між збільшенням кількості автомобілів та протяжністю вулично-дорожньої мережі, не розрахованої на сучасні транспортні потоки;

- недостатня медична та долікарська допомога постраждалим у дорожньо-транспортних пригодах (ДТП);

- свідоме порушення водіями та пішоходами Правил дорожнього руху (ПДР);

- низька якість підготовки водіїв, недостатнє виховання внутрішньої дисципліни, поважного ставлення до закону та прав інших людей;

- хамство на дорогах, бравада та лихацтво, водіння автомобіля в алкогольному та наркотичному сп'яніння;

- незадовільна організація дорожнього руху: відсутність пішохідних переходів, відсутність дорожніх знаків, відсутність покажчиків та інші».

Щорічно дорожньо-транспортні пригоди завдають економіці України збитків, що становлять 2,2 – 2,6 відсотка ВВП [44, 58].

Для вирішення проблеми аварійності постановою Уряду України від 20.02.2006 р. №100 затверджено цільову програму «Підвищення безпеки дорожнього руху в 2006 – 2012 роках». Цілями Програми є скорочення у 1,5 кількості осіб, які загинули внаслідок ДТП, та на 10% – кількості ДТП із постраждалими у 2012 році порівняно з 2004 роком [44].

Однак у повному обсязі ця цільова Програма була не виконана, незважаючи на великі фінансові кошти, які були виділені для її реалізації. Тому, виходячи з такої ситуації, Уряд України був змушений прийняти нову цільову програму в 2013 році.

За останні 17 років, починаючи з 1999 року по 2016 рік включно, в Україні сталося 365860 ДТП, в яких загинуло 50630 та поранено 383140 особи. Як показують розслідування ДТП, близько 60% постраждалих люди віком до 45 років. У 2015 році в Україні загинули 9083 водії, 7138 пішоходів, 6359 пасажирів, 504 інших учасників руху [58].

На стан аварійності впливає стан транспортної дорожньої мережі, стан якої потребує додаткових заходів організаційного характеру та фінансування.

Незадовільний стан вулиць та доріг у 2015 році спричинив 63093 ДТП (34,3%). У даних дорожньо-транспортних пригодах 8016 людей загинули, 79193 людей поранено [58].

Велику частку у скорботну статистику аварійності вносять технічні несправності транспортних засобів. У Україні, через несправності транспортних засобів, на рік відбуваються від 5% до 10% усіх дорожньо-транспортних пригод, при цьому висновки експертів констатують, що недосконалість технічної експертизи в країні через відсутність хорошого обладнання, сучасних наукових методик дослідження причин ДТП значно занижує цей показник. Результатом таких ДТП через технічні несправності, як правило, стає летальний кінець.

При цьому конструктивні особливості вітчизняних транспортних засобів, незадовільні технологічні процеси при проектуванні та виготовленні машин навпаки сприяють зростанню аварійності з технічних причин.

Наявність у сучасних автотранспортних засобах багатьох складних систем сприяє зниженню надійності техніки, з вини якої відбуваються ДТП. Дорожньо-транспортні пригоди стали результатом несправностей гальмівної системи, рульового керування, коліс та шин, світлових приладів та інших елементів конструкції. При цьому несправності гальмівної системи при виконанні транспортних процесів відіграють важливу участь у безпеці транспортних робіт. Як показують дослідження, для виходу з небезпечної ситуації на дорогах, запобігання ДТП водії у 80% випадків застосовує гальмівну систему.

Якщо всі ДТП через технічні несправності прийняти за 100%, то 12% всі ДТП з технічних причин сталися через несправність кермового управління, 31%

несправностей гальмівної системи, 31% несправностей зовнішніх світлових приладів, 19% несправностей шин, елементів кузова, 7% несправностей інших елементів конструкції [158].

1.2.1 Стан аварійності в агропромисловому виробництві

Аналіз матеріалів розслідувань нещасних випадків констатує, що причинами травм зі смертельним наслідком в агропромисловому виробництві країни останніми роками стали дорожньо-транспортні пригоди (20,11%), при цьому на транспортні роботи припадає 18,14% усіх нещасних випадків [8, 12]. Розподіл нещасних випадків за галузями сільськогосподарського виробництва подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Розподіл нещасних випадків за галузями сільськогосподарського виробництва

Галузі виробництва	% від загальної кількості
Рослинництво	22
Тваринництво	20
Транспортні роботи	18
Ремонт і технічне обслуговування	16
Будівництво	11
Лісова промисловість	9
Харчова промисловість	4
Інші	2

Дані з причин нещасних випадків із летальним кінцем у системі АПК представлені у таблиці 1.3.

На стан аварійності в АПК вплинули: недостатній досвід та помилки водіїв; недисциплінованість водіїв, нехтування вимогами безпеки; відсутність передрейсових та післярейсових медоглядів водіїв та обслуговуючого персоналу; порушення працівниками трудової та транспортної дисципліни та інші.

Таблиця 1.2

Причини нещасних випадків зі смертельними наслідками у системі АПК

Причини нещасних випадків	%, від загальної
---------------------------	------------------

	кількості
Дорожньо-транспортні пригоди	20,11
Незадовільна організація проведеної роботи	17,2
Допуск до роботи без інструктажу та навчання	14,1
Експлуатація несправних машин і обладнання	13,2
Алкогольне сп'яніння	7,5
Порушення технології виробництва робіт	5,6
Порушення правил пожежної безпеки	4,5
Вбивства	3,7
Інші	14,1

Через незадовільний технічний стан автотранспортних засобів, за даними науково-дослідного центру України, сталися до 8% всіх дорожньо-транспортних пригод.

В агропромисловому виробництві найбільший внесок зробили несправності наступних систем СТЗ (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Розподіл ДТП з технічних причин	
Вид несправностей	% ДТП від загальної кількості із-за несправностей СТЗ
Несправності робочої гальмівної системи	34,4
Несправності гальмівної системи причепа	3,39
Рулєве керування	3,8
Зовнішні світові	18,36

1.3. Транспортні засоби, що застосовуються в агропромисловому виробництві

В агропромисловому виробництві застосовують усі види транспорту: автомобільний, тракторний, гужовий, авіаційний, залізничний, трубопровідний, канатний (рис. 1.3)

Класифікація автомобілів за призначенням

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ



Понад 70% сільськогосподарських вантажів перевозяться автомобільним транспортом, решта 30% - тракторним та іншими видами транспорту.

Класифікація автомобільного транспорту, що застосовується в АПК, представлена на рисунку 1.4.

В даний час керівниками сільськогосподарського виробництва розглядається перспектива застосування причіпних автопоїздів на транспортних роботах, насамперед трьох та чотириланкових [46,148].



В даний час фірма КамАЗ пропонує велику лінійку автомобілів великої вантажопідйомності (рис. 1.5).



Рис. 1.5 Автомобіль КАМАЗ 65117 із причепом СЗАМ - 6385

1.4. Сучасний стан проблеми забезпечення активної безпеки сільськогосподарських транспортних засобів

Активна безпека – це властивості автотранспортних засобів знизувати ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод.

До властивостей активної безпеки відносяться: тягово - швидкісні властивості, гальмівні якості, стійкість, керованість, оберненість, стабілізація, інформативність, звукова та світлова сигналізація, оглядовість, маневреність, життєдіяльність [3, 4].

Сукупність властивостей, що забезпечують зміни швидкості руху та інтенсивності розгону транспортного засобу, у необхідних діапазонах, за різних дорожніх умов, називаються тягово – швидкісними.

Тягово-швидкісні властивості транспортних засобів оцінюються такими показниками:

- рухом горизонтальною прямолінійною ділянкою дороги з твердим

покриттям, максимальною швидкістю;

- часом розгону до досягнення заданої швидкості;
- величиною шляху руху до зупинки, за інерцією;
- при русі з постійною швидкістю, максимальною величиною підйому, що долається, на низькій передачі транспортним засобом та інші.

На тягово-швидкісні властивості впливають характеристики двигуна та трансмісії, маса транспортного засобу, аеродинамічні характеристики, розміри коліс, коефіцієнт опору коченню.

Можливості здійснення уповільнення транспортного засобу з необхідною інтенсивністю, їх утримання на ухилі здійснює гальмівна система, що визначає гальмівні властивості сільськогосподарських транспортних засобів. Відповідно до чинних нормативних документів вітчизняні та закордонні транспортні засоби повинні мати такі гальмівні системи:

- робочу гальмівну систему, що призначена для зменшення величини швидкості за різних умов експлуатації автотранспортного засобу;
- запасну гальмівну систему, яка виконує функції робочої у разі відмови робочої гальмівної системи;
- стоянкову гальмівну систему, призначену для утримання, у нерухомому стані, автотранспортного засобу;
- допоміжну гальмівну систему, що призначена для забезпечення необхідної швидкості руху транспортного засобу на спусках.

Характеризує гальмівні властивості транспортних засобів зупинки та гальмівний шлях.

Зупинним часом (t_0) називають час, необхідний для повної зупинки транспортного засобу з моменту виникнення небезпеки. Зупинний шлях визначається за формулою:

$$t_0 = t_p + t_{\text{пр}} + t_y + t_{\text{ТОР}} \quad (1.1)$$

t_p – час реакції водія, с,

$t_{\text{пр}}$ – час спрацювання гальмівного приводу,

t_y – характеризує час, протягом якого уповільнення збільшується від нуля

(початок дії гальмівного механізму) до максимального значення;

$t_{\text{гор}}$ - час гальмування з максимальною інтенсивністю, с.

Стійкість автомобіля його властивість протистояти заносу (ковзання) та перекидання. Залежно від можливого напрямку занесення або перекидання розрізняють поздовжню або поперечну стійкість.

Керованість автомобіля – це властивість зберігати або змінювати напрямок руху, заданий водієм з мінімальними витратами своєї фізичної та психічної енергії. Керованість оцінюється критичною швидкістю, обертаністю, співвідношенням кутів повороту, стабілізацією керованих коліс, коливанням керованих коліс.

1.5. Аналіз дослідження гальмівних пристроїв для сільськогосподарських транспортних засобів

Потреба в гальмуванні сільськогосподарського транспортного засобу може виникнути на різному етапі виконання транспортних робіт:

- за необхідності зупинити СТЗ або зменшити його швидкість руху;
- при необхідності запобігти збільшенню швидкості під час руху під ухил;
- за необхідності утримання СТЗ безпосередньо на стоянках.

Це досягається за рахунок створення додаткових штучних опорів руху, гальмівною системою.

У сучасних автотранспортних засобах застосовуються фрикційні гальмівні механізми, у яких гальмування здійснюється з допомогою взаємодії рухомих і нерухомих елементів.

Основні вимоги до гальмівних пристроїв:

– забезпечувати достатній гальмівний момент при заданих умовах роботи, мати високу надійність і працездатність;

– плавність ходу СТЗ при гальмуванні;

– простота конструкції гальмівних механізмів;

– мінімальний знос фрикційних матеріалів;

– невелика вага та прийнятні габарити;

– низький шум і малі вібрації під час руху СТЗ.

Вітчизняні та закордонні транспортні засоби обладнуються робочою, запасною та стоянковою гальмівною системою; крім того, автомобілі з великою вантажопідйомністю обладнуються гальмом-уповільнювачем, з метою витримування певної швидкості під час руху на тривалих ухилах.

Гальма-сповільнювачі поділяються на такі типи:

- моторний, вихлопний сповільнювач;
- гідродинамічний сповільнювач;
- електродинамічний сповільнювач;
- аеродинамічний сповільнювач та інші.

Провідною гальмівною системою у транспортному засобі є робоча гальмівна система.

До 70-х років у робочих гальмівних системах застосовувалися в основному колодкові гальма різних конструкцій, в даний час перевага віддається дисковим гальмам.

Розробку дискових гальм для вантажних автомобілів почали в 60-х роках. Раніше дискові гальма встановлювалися лише на легкові автомобілі, в основному на передню вісь. Наприкінці 70-х років дискові гальмівні пристрої використовуються на автомобілях малої, середньої та великої вантажопідйомності.

У 1988 році Фірмою Minnrex Don було проведено міжнародну конференцію з проблем удосконалення гальмівних систем вантажних автомобілів, у якій взяли участь 230 фахівців з 14 країн світу [11,120,146].

В результаті дискусій було визнано доцільним вести роботи зі створення фрикційних матеріалів із коефіцієнтом тертя рівним від 0,45 до 0,5. Фрикційні матеріали з таким коефіцієнтом дозволяють зменшити розміри та знизити масу дискових гальм, знизити робочий тиск у гальмівній системі [9,36].

Використовувати метод кінцевих елементів під час проектування для вантажних автомобілів дискових гальм.

Делегатами було зазначено, що застосування дискових гальмівних механізмів краще, оскільки гальмівні пристрої дискового типу мають незаперечні переваги перед барабанними, до таких переваг входить стабільність ефективності гальм. [9].

1.5.1 Сучасні гальмівні пристрої для автомобілів

Сучасні розробки гальмівних пристроїв, розроблені фірмою AMG спільно з фірмивцями Continental Automotive Systems; фірмою TRW Automotive, БелАЗ представлені рисунки 1.5 – 1.7.



Рис. 1.5 Гальмівний механізм із подвійним супортом



Рисунок 1.6 Дисковий гальмівний механізм із гвинтовим приводом



Рис. 1.7 Електронне стоянкове гальмо виробництва фірми TRW Automotive, Перспективні гальмівні пристрої представлені рисунки 1.8,

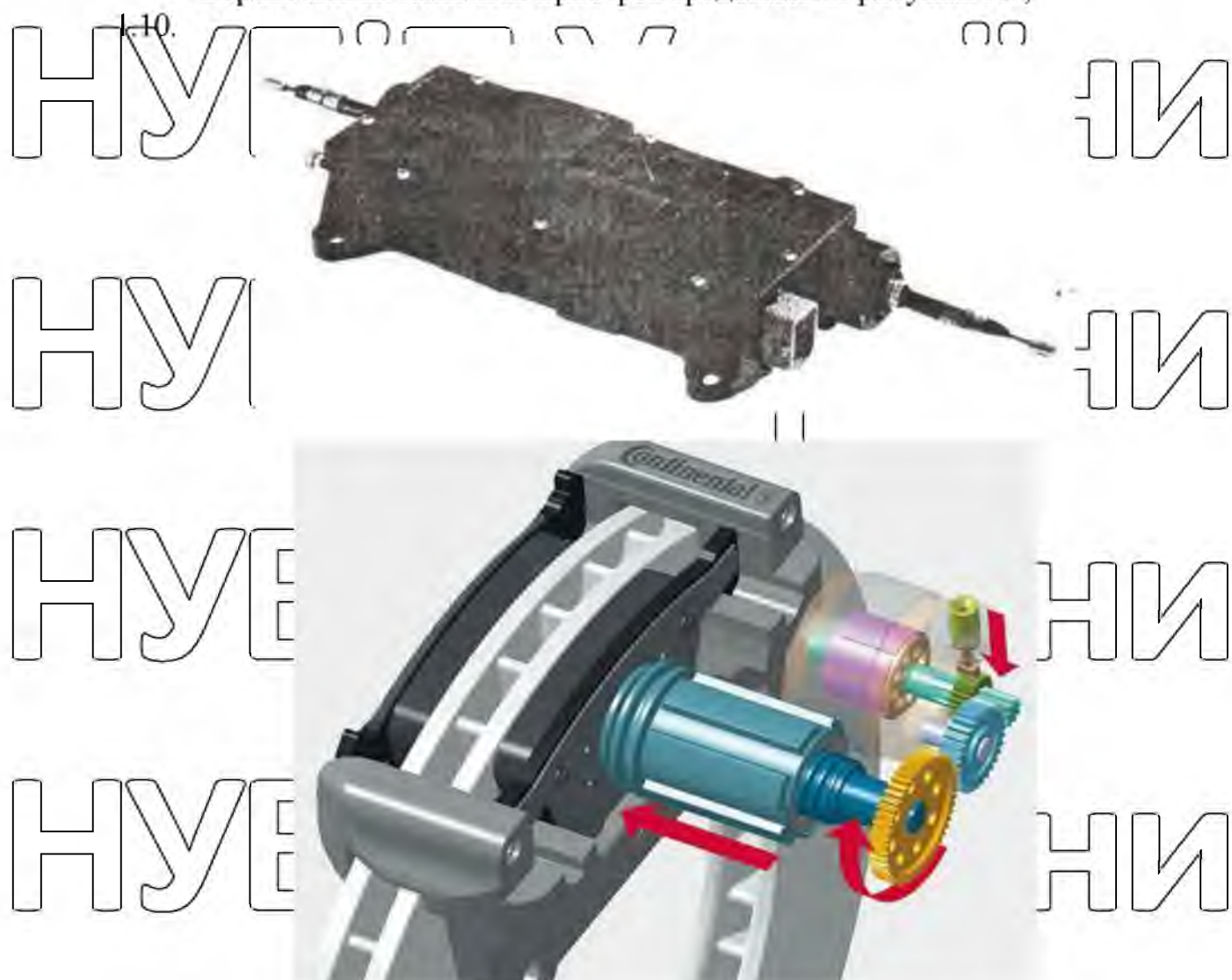


Рис. 1.8 Електричне стоянкове гальмо ESP

НУБІП УКРАЇНИ

НУБ



ІНІ

НУБ

ІНІ

Н



Н

Н

НУБІП України

Рис. 1.9 Гальмівний механізм гальмівної системи стоячки

1.6. Дослідження систем підвищення гальмівної динамічності сільськогосподарських транспортних засобів

Сприяє підвищенню показників гальмівної динамічності автотранспортних засобів застосування різних способів гальмування: плазний, різкий, уривчастий, ступінчастий та варіативний [21]. Способи гальмування зображені рисунку 1.10.

НУБІП України

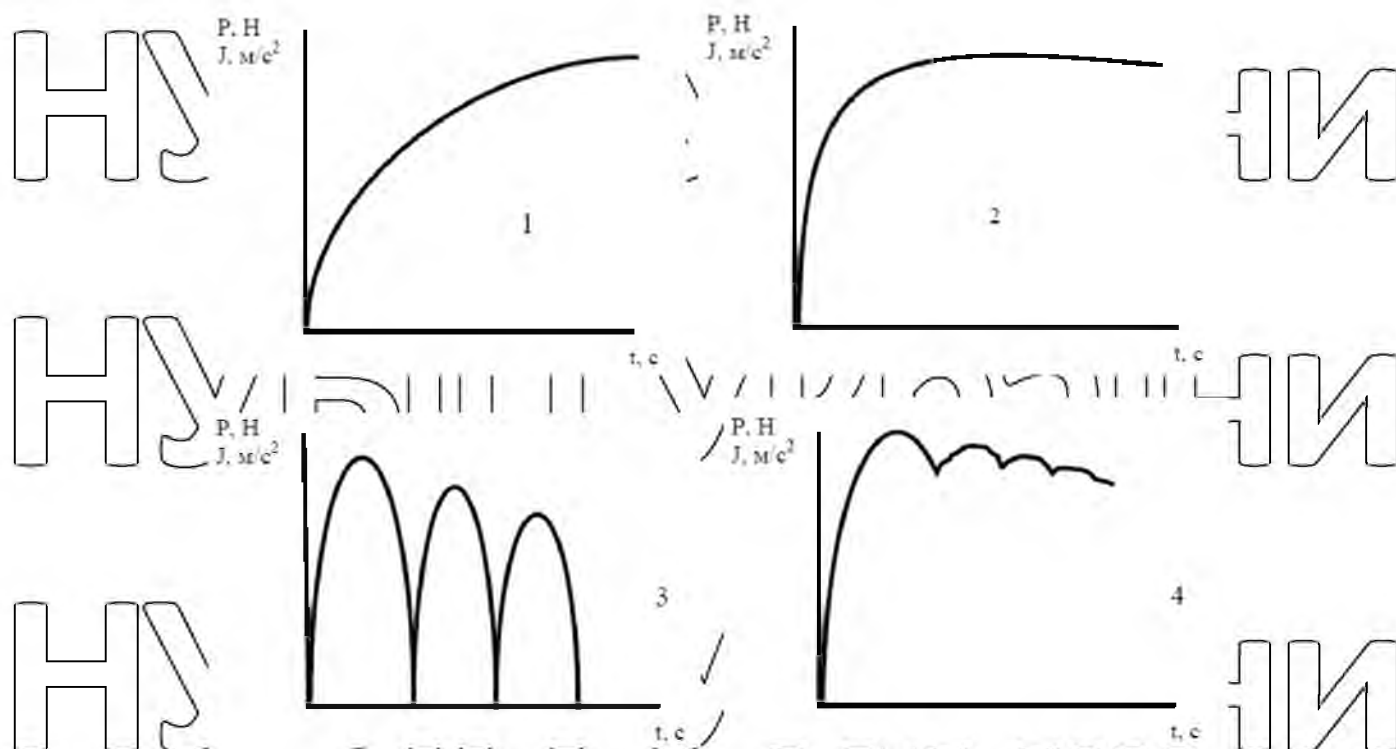


Рис. 1.10 Способи гальмування:

1 – плавне гальмування; 2 – різке гальмування; 3 – уривчасте гальмування; 4 – ступінчасте гальмування.

На рисунках зазначено:

P - зусилля на педаль гальма, Н;

j - уповільнення транспортних засобів/с²;

t - час гальмування, с.

Проведені експериментальні дослідження різних способів гальмування показали наступне. Значення ефективності гальмування, виражені через

величину гальмівної колії, отримані експериментальним шляхом на автодромі на

ділянці дороги з коефіцієнтом зчеплення 0,5. Дослідження проводились на легковому автомобілі марки ГАЗ, отримані результати представлені у таблиці

14.

Гальмування проводилося кожним способом від 20 до 30 разів застосування при різних швидкостях, потім отримані результати

підсумовувалися, в таблиці представлені середні значення величин.

Таблиця 1.4

Величина гальмівного шляху за різних способів гальмування.

Спосіб гальмування	Гальмівний шлях, м, при різній швидкості, км/год, в момент гальмування				
	30	45	60	75	90
Плавний	29	59	115	170	240
Різкий	28	57	112	162	228
Переривчастий	24	50	142	142	206
Ступінчастий	25	46	137	137	200

Наведені у таблиці 1.4 значення одержаного гальмівного шляху відповідають навичкам «середнього» водія. Водії, які досконало володіють різними прийомами гальмування, зможуть знизити показники на 25%. Однак хочеться відзначити, що досконало володіти цими способами гальмування безпосередньо на дорозі зможуть лише досвідчені водії.

Забезпечити більш ефективне гальмування СТЗ зможуть швидкодіючі гальмівні гідроприводи, гідропідсилювачі, спеціальні гальмівні механізми, рисунки протектора, що забезпечують найбільше зчеплення колеса з дорогою.

Найбільш перспективним рішенням є рішення використовувати на СТЗ антиблокувальну систему (АБС), яка дозволяє покращити характеристики активної безпеки, особливо автопоїздів. АБС дозволяє зберегти оптимальні показники стійкості та керованості у небезпечних ситуаціях при гальмуванні, забезпечити ефективний гальмівний шлях складних кліматичних умов.

В даний час АБС залишається найбільш перспективною системою, яка автоматично усуває блокування коліс, що загальмовуються, занобігаючи юз. Відсутність юза дозволяє водієві зупинити автомобіль на найкоротшому шляху без занесення, тобто АБС забезпечує ступінь прослизання колеса по дорожньому покриттю, близькому до оптимального ($\lambda_{гр}$), при цьому коефіцієнт зчеплення має максимальне значення (ϕ_x).

Конструкції АБС різноманітні, однак у будь-якому з них використовується залежність коефіцієнта зчеплення ϕ_x від ступеня прослизання λ колеса, це

визначається за формулою:

$$\lambda = (v_k - \omega_k r) / v_k \quad (1.3)$$

де v_k – лінійна швидкість центру, м/с №

ω_k – кутова швидкість колеса, с⁻¹.

1.6.1 Антиблокувальні системи. Патентний пошук

На рисунку 1.11 представлена схема антиблокувальної гальмівної системи автотранспортного засобу (патент UA №2251501).

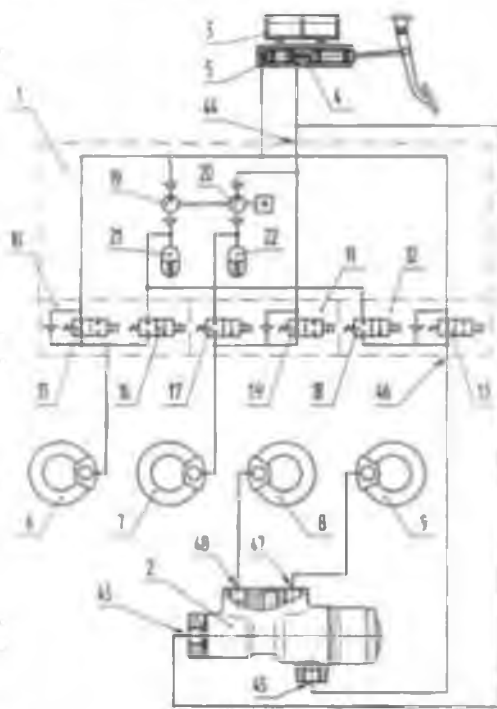


Рис. 1.11 Антиблокувальна гальмівна система

Антиблокувальна гальмівна система включає гальмівні системи механізми передніх та задніх коліс, гідроагрегат, що містить канали управління гальмівними механізмами передніх та задніх коліс, двосекційний головний гальмівний циліндр, двоконтурний регулятор тиску, що містить корпус: первинний та вторинний контури з клапанами, ущільнювальний вузол, що розділяє ці контури; поршень, що входить до складу первинного контуру, пружний щодо корпусу; вхід вторинного контуру двоконтурного регулятора тиску підключений до однієї з порожнин двохсекційного головного гальмівного циліндра.

Вхід каналу управління гальмівними механізмами задніх коліс гідроагрегату з'єднаний з другою порожниною двосекційного головного гальмівного циліндра. Випакид відноситься до галузі автомобілебудування і може бути використане в антиблокувальних гальмівних системах автотранспортних засобів

На рисунку 1.12 представлена схема антиблокувальної гальмівної системи АГС (патент UA №2114013).

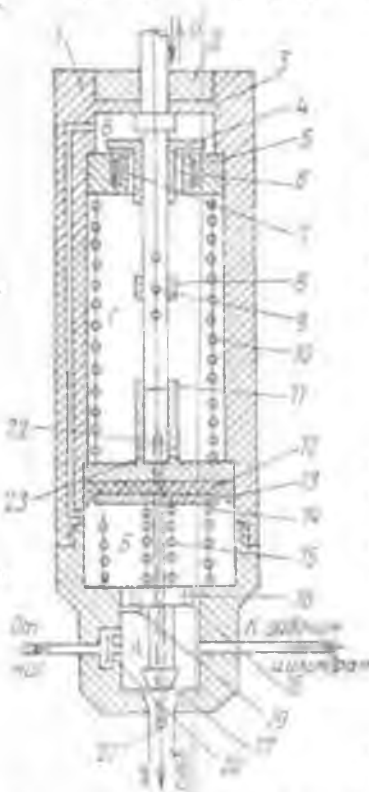


Рис. 1.12 Схема антиблокувальної гальмівної системи

У гідропривід антиблокувальної гальмівної системи введений швидкодіючий клапан, що забезпечує наростання та скидання величини тиску рідини при гальмуванні. У корпусі швидкодіючого клапана виконані свердління для утворення ліній зливу та керування. У корпусі виконані камери для розміщення співвісно розташованих штока управління, повзуна з плунжером, запірною клапана з поршнем, в якому виконано отвір дросельний. Усі названі деталі пружні.

Система забезпечує пульсуючий рух рідини по лінії управління, а в

гідроприводі та робочих гальмівних циліндрах наростання та спад тиску, що забезпечують імпульсне гальмування.

Висновки до розділу

Аналіз стану аварійності показав, що незважаючи на заходи щодо підвищення безпеки транспортних робіт, що вживаються на державному, обласному та місцевому рівні, кількість аварій і катастроф, кількість постраждалих у них людей залишається значно високою.

Внаслідок аналізу причин аварійності в Україні встановлено, що винуватцями ДТП є: водії, що порушують Правила дорожнього руху; несправності транспортних засобів; незадовільний стан дорожньої мережі. Дорожньо-транспортні пригоди виникають внаслідок одночасної дії кількох причин, які можна розділити на три групи, що відносяться до людини, транспортної техніки та дороги;

Встановлено, що існуючі методи аналізу дорожньо-транспортних пригод не повною мірою розкривають технічні причини ДТП щодо безпеки транспортних процесів. Від 30% до 40% ДТП віднесених на технічні причини, припадає на недосконалість гальмівних систем, які потребують доробок та модернізації;

Встановлено, що в АПК відсутня методика оцінки ефективності заходів, спрямованих на зниження числа дорожньо-транспортних пригод, ще до їх практичної реалізації, у тому числі від внеску несправностей сільськогосподарських транспортних засобів;

Встановлено, що у забезпеченні безпеки транспортних робіт відсутня методика оцінки технічних пристроїв, що підвищують безпеку.

РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСПРАВНОСТЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА БЕЗПЕКУ ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ

2.1 Статистичні дані та класифікація несправностей сільськогосподарських транспортних засобів

Істотний вплив на стан безпеки транспортних робіт в агропромисловому виробництві надає надійна та безвідмовна робота сільськогосподарських транспортних засобів

За статистичними даними ДІБДР з технічних причин відбувається до 5% усіх ДТП у країні. Цей показник відрізнятиметься від офіційних даних за такими факторами: кількість років експлуатації та виду СТЗ; кліматичних умов, у яких експлуатується СТЗ; якості технічного обслуговування та ремонту. Такі висновки підтверджуються дослідженнями, які проводяться вченими науково-дослідного центру (НДЦ) ДІБДР, які проводилися безпосередньо за картками обліку та актами розслідування ДТП. За таких досліджень показник причинності технічного стану транспортних засобів збільшується до 15%, а технічне недосконалість засобів контролю їх технічного стану збільшують цей показник до 20%.

Аналіз ДТП через несправності сільськогосподарських транспортних засобів подано на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Причини ДТП, пов'язані з несправностями сільськогосподарської транспортної техніки

З рис. 2.1 видно, що основний внесок в аварійність роблять несправності гальмівної системи, шасі, систем кермового управління. Ці системи відіграють визначальну роль у можливості виконання транспортних робіт, наслідки їх несправностей водію дуже важко запобігти, а деяких випадках практично неможливо. Проблема оцінки впливу гальмівних пристроїв на стан безпеки транспортних процесів займаються українські та зарубіжні вчені, дослідження яких описані в роботах багатьох вчених [20,26,31,38].

Все різноманіття можливих несправностей СТЗ за причинністю можна класифікувати трьома групами: - конструктивно - виробничі недоліки; неякісний ремонт; помилки обслуговуючого персоналу, що допускаються в процесі експлуатації СТЗ. Така класифікація несправностей необхідна для розробки профілактичних заходів, проведення яких необхідно підвищення безпеки транспортних робіт.

При розгляді впливу несправностей СТЗ на безпеку транспортних робіт необхідна така класифікація, яка б враховувала характер прояву їх наслідків. Дослідження показали, що вплив відмов та несправностей СТЗ на безпеку транспортних робіт інтенсивністю їх прояву лі, а також умовною ймовірністю запобігання наслідкам, пов'язаним із несправностями Г_{Гі}. Інтенсивність

несправностей лі розраховується методами теорії надійності або визначається за статистичними даними експлуатації транспортних засобів. Розрахунок умовної ймовірності запобігання наслідкам несправності r_{Ti} СТЗ є складним завданням,

пов'язаним із безпекою транспортних робіт. Для вирішення такого завдання потрібні знання можливостей водія самого сільськогосподарського

транспортного засобу щодо запобігання можливим наслідкам, пов'язаних із несправністю. Найбільш небезпечними відмовами та несправностями СТЗ є ті з них, які призводять до аварії чи катастрофи. У категорію небезпечних входять

несправності: руйнування колеса, несправність зчіпних елементів

багатоланкових автопоїздів, руйнування конструкцій кермового керування,

відмови гальм та інші. Перелічені відмови та несправності є неприпустимими в експлуатації тут $r_{Ti} = 0$. Багато відмови та несправності суттєво не впливають на

безпеку транспортних робіт, тут $r_{Ti} = 1$. Такі несправності у подальших

дослідженнях не розглядатимуться. Досить багато відмов, що виникли, і

несправностей запобігаються водієм, умовна ймовірність запобігання їх наслідкам знаходиться в межах $0 < r_{Ti} < 1$. Такі відмови та несправності носять

найрізноманітніший характер, але кінцевим наслідком їх дій, стають відхилення

параметрів руху СТЗ від необхідних. Загалом, за наслідками несправності

класифікують такі категорії:

1. Активні відмови та несправності – сприяють зміні сил та моментів, що діють на сільськогосподарські транспортні засоби, вони викликають зміну

параметрів руху, які бувають небажаними. Залежно від природи, активні відмови

та несправності класифікуються на несправності швидкі та повільні;

несправності, аперіодичні та коливальні; несправності короткочасні та постійні.

Прикладами активних відмов та несправностей є: від'єднання колеса; несправність кермового управління; несправність гальмівної системи та інші.

2. Пасивні відмови і несправності не викликають безпосередньо зміни сил

і моментів, що діють на СТЗ, але змінюють умови керування транспортним засобом водієм, що в кінцевому підсумку, може призвести до ускладнення дорожньої ситуації.

Групу пасивних відмов та несправностей поділяють на дві категорії:

I категорія: до неї входять відмови та несправності, що призводять до порушення відповідності властивостей сільськогосподарських транспортних засобів, властивостям водія, наприклад, через несправність гідравлічного підсилювача кермового керування;

II категорія: до неї входять відмови та несправності, які позбавляють певної інформації водія, наприклад, про працездатність сільськогосподарських транспортних засобів. У таку категорію входять відмови та несправності: розрядки акумуляторних батарей, відмови генератора, зниження рівня робочої рідини в гідробаку та інші.

Оцінити вплив кожної відмови та несправності сільськогосподарського транспортного засобу, що складається з багатьох технічних систем, на безпеку транспортних робіт в аграрному виробництві досить складно.

2.2 Оцінка дій водія щодо запобігання наслідкам несправностей сільськогосподарських транспортних засобів

Насамперед, щоб запобігти наслідкам несправностей сільськогосподарських транспортних засобів, водій повинен направити свої зусилля на усунення небажаних змін параметрів руху, що виникли. Ці зусилля можуть виражатися у включенні гальмівної системи, відхиленні кермового колеса та інші [20, 22, 48].

Дослідження показали, що результат появи несправності водій виявляє не відразу, а через деякий час, тому втручається в управління СТЗ через деякий час, тобто, реагує з деяким запізненням.

Під часом запізнення втручання водія в управління розумітимемо відрізок часу з моменту появи несприятливого фактора, з початку небажаної зміни параметрів руху, до початку дій водія, спрямованих на усунення наслідків несприятливого фактора.

Тому час t_3 можна вважати часом втручання t_B . Це в загальному випадку

такий час має дві складові:

– Час виявлення водієм ознак появи небезпечної ситуації Δt_0 ;

– Час переробки інформації та прийняття рішення на необхідні дії $\Delta t_{в.п}$

Тоді час втручання водія в управління складатиме

$$t_B = \Delta t_0 + \Delta t_{в.п}$$

Це справедливо для тих ситуацій, за яких параметри руху змінюються досить повільно і факт появи їх ознак водій виявляє за приладами або сигналізацією. Залежно від інформативної цінності, і навіть дратівливих властивостей приладів і сигналізації, час втручання може обчислюватися секундами і десятками секунд, тобто, може змінюватись у широких межах.

$$\omega_{X_{cp}} = \frac{\int_0^{t_B} \dot{\omega}_{X_{cp}}(t) dt}{t_B} = \frac{\Delta \omega_X}{t_B} \quad (2.1)$$

$$\dot{v}_{TOP_{cp}} = \frac{\int_0^{t_B} \dot{v}_{TOP_{cp}}(t) dt}{t_B} = \frac{\Delta v_{TOP}}{t_B} \quad (2.2)$$

Де $\Delta \omega_X$, Δv_{TOP} – зміни вказаних параметрів за час t_B .

Обробка експериментальних даних дозволяє встановити ряд закономірностей у характеристиках часу втручання, що визначається акселераційними відчуттями.

Одна з таких закономірностей – час втручання за оптимальних умов може бути меншого мінімального значення.

Експериментальні дослідження дозволяють прийняти таке мінімальне значення рівним 0,13. При постійному рівні подразників значення $t_B^* = t_B - 0,13$ розподіляється по логарифмічному нормальному закону.

$$f\left(\frac{t_B^*}{i} = \frac{1}{t_B^* \sqrt{2\pi D}} \exp\left[-\frac{(\ln t_B^* - \ln t_{B0}^*)^2}{2D}\right]\right) \quad (2.3)$$

$$M\left[\frac{\ln t_B^*}{\dot{\omega}_X}\right] = -6,82 + \frac{0,134}{\omega_{0,1}^{0,1} X_{cp}} \quad (2.4)$$

Проекструємо закон зміни параметра X при несправності у припущенні, що водій не втручається в керування (штрихова лінія рисунку 2.2).

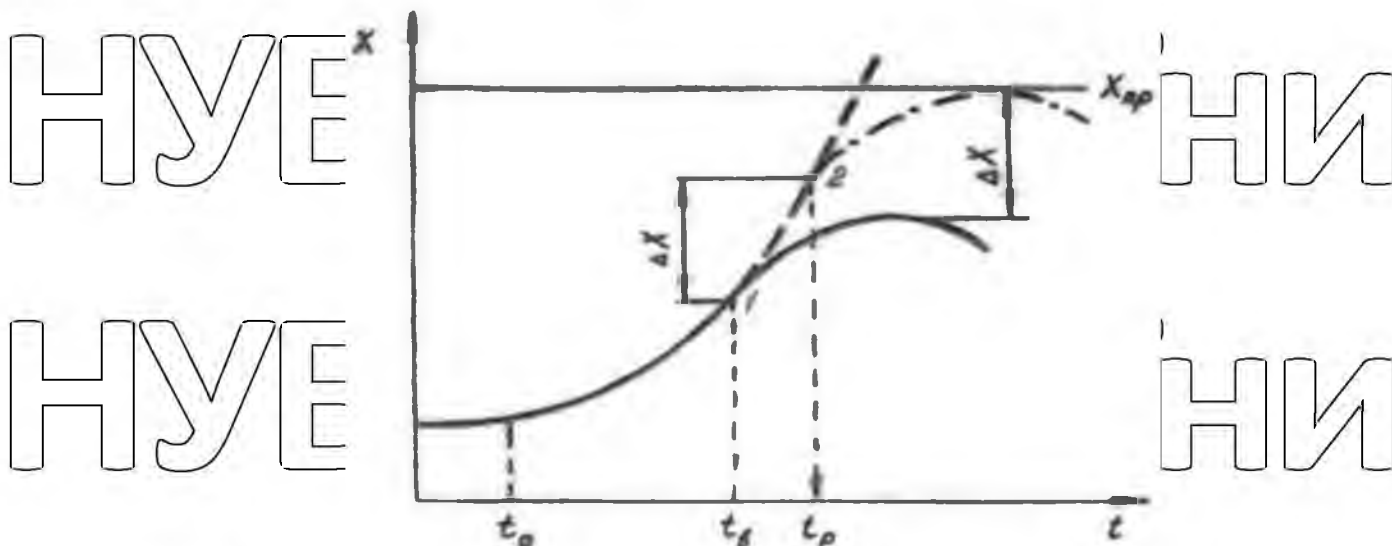


Рис. 2.2 Схеми втручання водія в керування за несправностей СТЗ

Своєчасне втручання водія в керування транспортним засобом є достатньою умовою для запобігання наслідкам несправності. Достатня умова є справедливою, якщо ймовірність відмови проявляється лише на початковому етапі руху, що безпосередньо настає за несправністю. Умовна ймовірність запобігання наслідкам несправності за таких умов запишеться формулою:

$$r_{Ti} = P(X_i < X_{iпр}) = P(t_B < t_p) \tag{2.4}$$

де X_i – критичний визначальний параметр.

2.2.1 Розрахунковий (аналітичний) метод

Якщо відмови та несправності СТЗ відбуваються на початковому етапі руху для розрахунку умовної ймовірності запобігання наслідкам несправності r_T . Застосовується розрахунковий метод.

Наслідками таких відмов стають швидка зміна моментів, що діють на автомобіль. Якщо водій вчасно не втручається в керування СТЗ, не запобігає швидкій та небажаній зміні кількох параметрів руху, вони можуть перевищити своє граничне значення.

Ймовірність усунення наслідків таких відмов можна визначити як ймовірність своєчасного втручання водія в управління за формулою (2.4):

$$r_T = P(t_B < t_p) \tag{2.5}$$

Якщо відомі закони розподілу часу водія $f(t_p)$ та часу втручання водія $f(t_B)$ в керування ймовірність (2.5) можна розрахувати за формулою:

$$r_T = p(\Delta t > 0) = \int_0^{\infty} f(\Delta t) \cdot dt \quad (2.6)$$

Де Δt - закон розподілу різниці наявного часу та часу втручання ($\Delta t = t_p - t_B$) визначається композицією законів $f(t_p)$ і $f(t_B)$.

2.2.1. Метод експертного оцінювання

Для кількісної оцінки умовної ймовірності запобігання наслідків несправності r_T методом експертного оцінювання, запрошується група експертів, які мають оцінити вплив небезпеки несправності j -го типу, на заданому етапі виконання транспортних робіт та певних кліматичних умов за відомою експертою шкалою оцінок.

Найбільшого поширення набула п'ятибальна система оцінки небезпеки несправностей.

1. Несправності виставляється 5 балів, якщо, на думку експертів, рух обов'язково закінчиться ДТП.
2. Несправності виставляється 4 бали, якщо на думку експертів, рух найчастіше закінчиться ДТП.
3. Несправності виставляється 3 бали, якщо на думку експертів, два перші результати руху рівноймовірні.
4. Несправності виставляється 2 бали, якщо на думку експертів, рух частіше закінчуватиметься благополучним результатом, ніж ДТП.
5. Несправності виставляється 1 бал, якщо на думку експертів, рух завжди закінчиться благополучним результатом.

За отриманими значеннями результатів оцінки експертизи До експертів розраховується кількісна оцінка умовної ймовірності запобігання наслідкам несправності за формулою:

$$r_{Ti}^x = 1,25 - 0,25Z_{cp} \quad (2.7)$$

де

$$Z_{cp} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K Z_j \quad (2.8)$$

Де Z_j - бальна оцінка небезпеки несправності, виставлена j -м експертом

Метод експертного оцінювання застосовують в умовах, коли інші

методи застосовувати неможливо через деякі причини, наприклад характер, дефіцит часу, відсутність вихідних даних, необхідних для їх вирішення завдання.

2.2.2 Метод статистичних випробувань

Багаторазове моделювання динаміки руху СТЗ при певній відмові елементів технічної системи транспортного засобу, або самої системи, коли умови моделювання випадково від досвіду до досвіду змінюються, при випадкових початкових умовах, випадкових зовнішніх впливах, розуміється як

метод статистичних випробувань. За умовами можливостей реалізації статистичні методи випробувань діляться на: натурні, напівнатурні та суто математичне моделювання.

До категорії натурних методів статистичних випробувань входить цілеспрямований дорожній експеримент. Переваги такого методу випробувань очевидні, проте метод має і свої недоліки. експеримент такого методу дорогий і досить складний і головне небезпечний, оскільки прояв наслідків не всіх несправностей можна імітувати при русі,

Випробування на стендах та тренажерах входять до категорії напівнатурних випробувань. Перевагою цього методу статистичних випробувань є, в першу чергу, безпека експериментів, що проводяться. До недоліків методу можна віднести труднощі забезпечення умов діяльності водія, а також неможливість створення відповідних умов реального руху за відчуттями та відчуттям небезпеки несправності.

При випробуваннях методом математичного моделювання, так зване статистичне моделювання, відчують математичний аналог замкнутого контуру системи «Водій – система управління – транспортний засіб», у своїй динамічній якості кожної ланки системи описуються відповідними математичними моделями.

2.2 Технічні пристрої для підвищення безпеки транспортних робіт

На технічні пристрої, які мають підвищити безпеку транспортних робіт,

накладаються такі функції:

- сигналізувати водію про їх несправності систем СТЗ;
- контролювати роботу систем СТЗ під час експлуатації;
- при виявленні відмов та несправностей систем СТЗ

автоматично їх вимикати;

- автоматично підключати їх справні дублюючі системи або елементи систем;

- автоматично визначати критичні значення параметрів руху

сільськогосподарських транспортних засобів на різних етапах транспортних

робіт та подавати сигнал водію: «Наближення до небезпечного значення».

Технічні пристрої підвищення безпеки СТЗ, що застосовуються, діляться на: активні та пасивні.

До активних технічних пристроїв підвищення безпеки транспортних робіт

відносяться ті пристрої, які впливаючи на контрольовані системи, органи управління СТЗ автоматично запобігають можливим наслідкам системи, що відмовила.

До пасивних технічних пристроїв підвищення безпеки транспортних робіт

відносяться ті пристрої, які тільки сигналізують водію про несправність або наближення параметрів систем автомобіля до небезпечного режиму руху, без ліквідації наслідків. Запобігання наслідкам несправності та небезпечній ситуації водій виконує самостійно.

Пропонуємо застосувати приватний критерій, який дозволить оцінити

вплив технічних пристроїв, встановлених СТЗ на безпеку сільськогосподарських транспортних робіт з урахуванням впливу працездатності цих технічних пристроїв.

Перед дослідниками стоїть наступне умовне завдання. На автомобілі

встановлено технічний пристрій контролю працездатності певної системи.

Наприклад, на транспортному засобі встановлена система контролю кількості робочої рідини в гальмівній системі, яка при зменшенні рівня робочої рідини нижче допустимого автоматично відключає систему запалення двигуна.

Необхідно оцінити вплив вбудованої системи контролю на підвищення ймовірності несприятливого завершення транспортної роботи, пов'язаної з несправністю гальмівної системи через зниження рівня робочої рідини нижче за допустимий.

Для оцінки впливу вбудованої системи контролю на рівень безпеки транспортних робіт застосуємо теорію ланцюгів Маркова. Граф можливих станів системи представлений рис. 2.2.

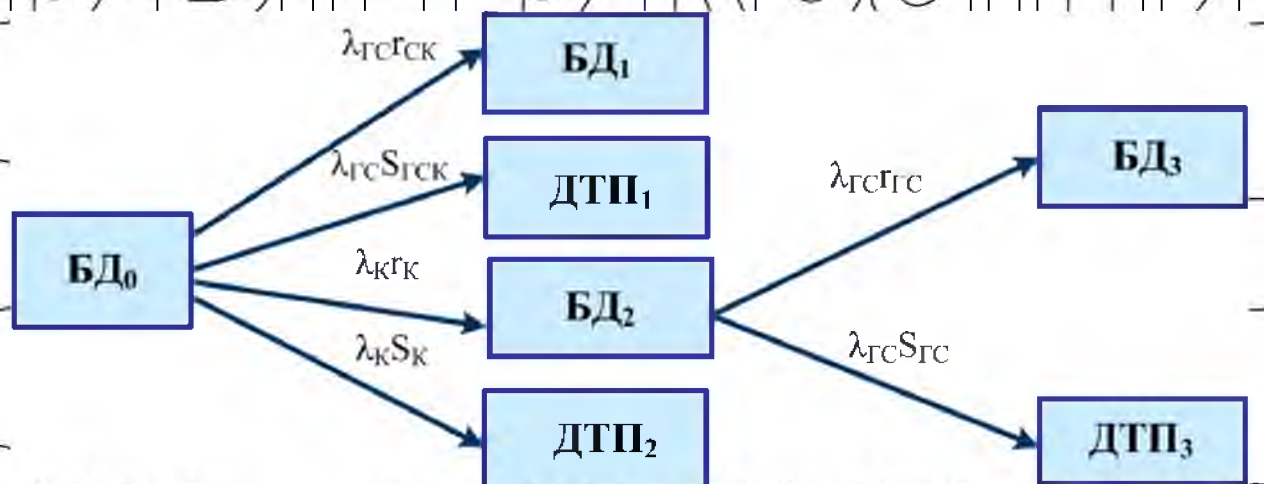


Рис. 2.2 Граф станів системи

λ_K - інтенсивність відмов системи контролю;

λ_{GC} - інтенсивність відмов гальмівної системи;

$r_{ГСК}$ - умовна ймовірність запобігання наслідкам несправності гальмівної системи з діючою системою контролю;

r_{GC} - умовна ймовірність запобігання наслідкам несправності гальмівної системи;

r_K - умовна ймовірність запобігання наслідкам несправності гальмівної системи, з непрацюючою системою контролю.

Умовні ймовірності незапобігання наслідкам несправностей дорівнюватимуть:

$$S_{ГСК} = 1 - r_{ГСК}; \quad S_{GC} = 1 - r_{GC}; \quad S_K = 1 - r_K$$

При розрахунках використовуємо таке припущення, що система контролю не працює при відмові гальмівної системи.

Ймовірності благополучного та неблагополучного результату транспортної роботи визначаємо за формулами:

$$P = \sum_{i=0}^3 P_i, \quad P = \sum_{j=0}^3 Q_j \quad (2.9)$$

Складемо систему диференціальних рівнянь для ймовірностей перебування системи у різних станах:

$$\begin{aligned} \frac{dP_0}{dt} &= -\lambda_0 P_0 & \frac{dP_1}{dt} &= \lambda_{ГС} r_{ГСК} P_0 \\ \frac{dQ_1}{dt} &= \lambda_{ГС} S_{ГСК} P_0 & \frac{dP_2}{dt} &= \lambda_K r_K P_0 - \lambda_{ГС} P_2 \\ \frac{dQ_2}{dt} &= \lambda_K S_K P_0 & \frac{dP_3}{dt} &= \lambda_{ГС} r_{ГС} P_2 \\ \frac{dQ_3}{dt} &= \lambda_K S_K P_2 \end{aligned} \quad (2.10)$$

Рівень ризику при несправності гальмівної системи контролю відповідно до формули повної ймовірності дорівнюватиме:

$$Q_0 = (1 - e^{-\lambda_{ГС} t}) S_{ГС} \quad (2.11)$$

Ефективність впливу системи контролю на зниження ймовірності небажального результату оцінюється такою формулою:

$$K_Q = \frac{Q_0}{Q} \approx \frac{S_{ГС}}{S_{ГСК} + \frac{\lambda_K}{\lambda_{ГС}} S_K} \quad (2.12)$$

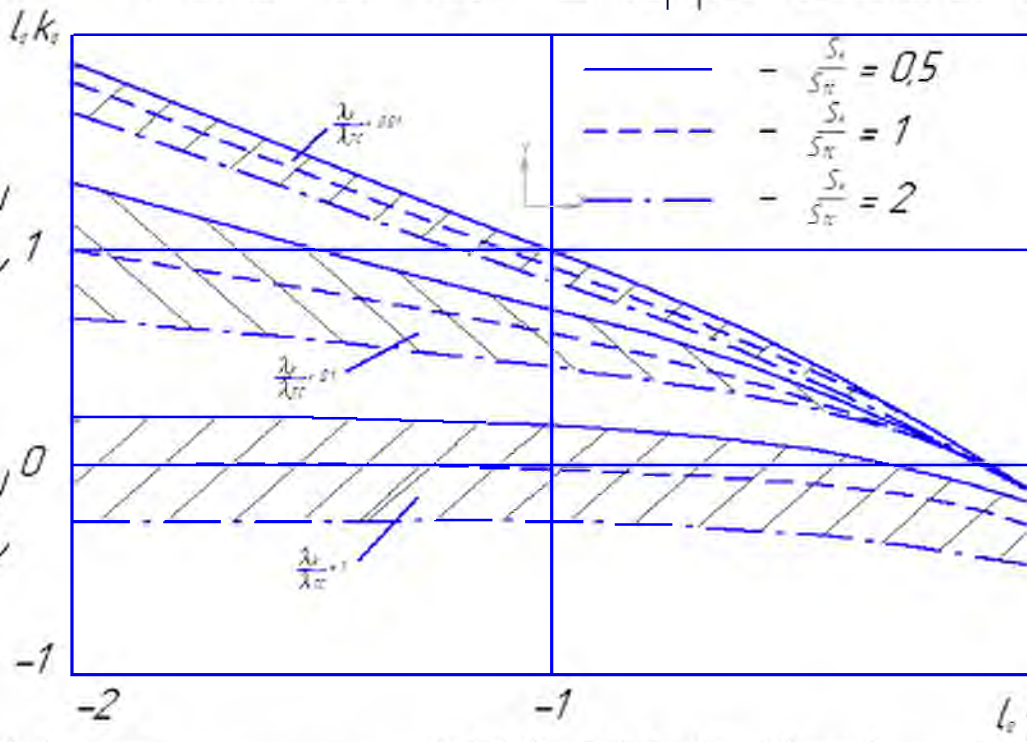


Рис. 2.3 Залежність співвідношення K_Q від інтенсивності несправностей гальмівної системи та ймовірностей незапобігання їх наслідкам

2.3. Заходи, що спрямовуються на підвищення безпеки транспортних робіт. Оцінка ефективності заходів

На практиці існує кілька шляхів для підвищення безпеки транспортних робіт, обумовленої надійністю СТЗ:

1-й шлях пов'язаний із зменшенням ступеня небезпеки відмов та несправностей СТЗ, тобто зменшенням ймовірності незапогібання водієм наслідків цих відмов та несправностей.

2-й шлях пов'язаний з необхідністю поліпшення таких експлуатаційних показників СТЗ: надійність, безвідмовність сільськогосподарських транспортних засобів на транспортних роботах.

Цей шлях найбільш прийнятний і є основним підвищення безпеки транспортних робіт. Саме на забезпечення надійності роботи сільськогосподарських транспортних засобів спрямовані основні зусилля організацій, що проектують, виробляють, експлуатують та ремонтують сільськогосподарські транспортні засоби. На підтримку високого рівня надійності СТЗ насамперед спрямовані всі інженерно – технічні заходи обслуговуючого персоналу [20, 23, 48].

При цьому, якщо несправність СТЗ, крім усього іншого, призводить до зриву виконання виробничого завдання, то необхідно за обумовлених вище умов насамперед проводити заходи щодо підвищення надійності техніки. Такі заходи повинні проводитися і в тих випадках, коли запобігання наслідкам несправностей утруднене або неможливе. Якщо несправність техніки не перешкоджає безпечному продовженню транспортних робіт, то для таких несправностей головним стає зменшення їх небезпеки.

Розглянемо заходи, створені задля зменшення ступеня небезпеки несправностей. Ці заходи можна розділити на дві групи - технічні та експлуатаційні.

Технічні заходи в основному пов'язані із застосуванням на СТЗ, що зменшують час втручання водія і збільшують його час при несправностях.

Для зменшення часу втручання водія в управління та збільшення його наявного часу, на автомобілі необхідно застосовувати системи різноманітної сигналізації водія про несправності технічних систем.

Експлуатаційні заходи в основному пов'язані з тренуванням водіїв з розпізнавання несправностей та запобігання їх наслідкам, що проводиться на тренажерних чи навчальних полігонах.

Зауважимо, що при несправностях, що викликають рефлекторне втручання водія в керування, час його втручання тренуванню практично не піддається. За таких несправностей водії тренують навички розпізнавання джерела несправності щодо поведінки ЄТТ та прийняття рішення про запобігання наслідкам несправностей.

До експлуатаційних заходів можна віднести рекомендації водіям при різкому гальмуванні, гальмуванні у складних погодних умовах. Тому при керуванні водієві рекомендується активна діяльність – у найпростішому випадку, наприклад, триматися за кермо двома руками, а не однією.

Доцільність такого заходу ілюструється графіком (рис 2.5).

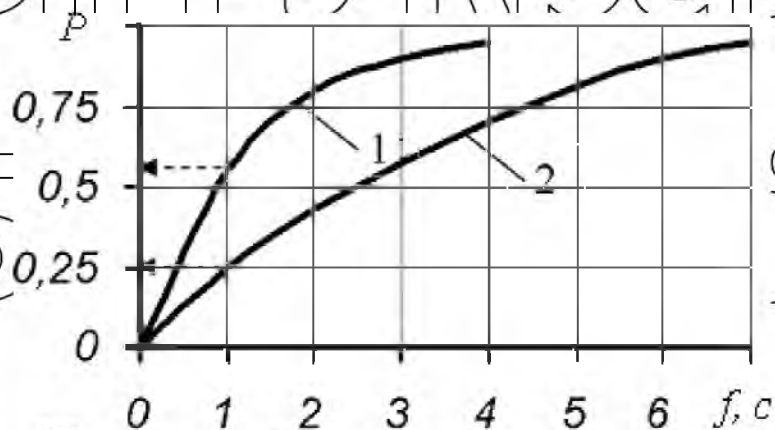


Рис. 2.5 Графік розподілу ймовірності втручання у керування.

1 – двома руками; 2 – однією рукою

Графік побудований для необхідних рівнів акселераційних подразників.

На цих графіках P є можливість втручання водія в керування за заданий час t після появи відмови. З графіків слід, що при наявному часі 1 с, водій з ймовірністю 0,58 своєчасно втручається в керування, якщо він тримався за кермо двома руками і тільки з ймовірністю 0,25, якщо тримався однією

2.6. Зв'язок безпеки транспортних робіт із виробничою ефективністю

Сільськогосподарські транспортні засоби призначені для виконання транспортних робіт. Безпека руху для такої техніки не самоціллю, а засобом виконання виробничого завдання, умовою підвищення виробничої ефективності.

Необхідність урахування безпеки транспортних робіт при оцінці ефективності застосування сільськогосподарських транспортних засобів випливає з того факту, що збільшення виробничої активності супроводжується збільшенням кількості аварій та катастроф. Зазначене пояснюється, з одного боку, необхідністю використання у виробництві всіх можливостей СТЗ із виходом на вищі швидкості, з іншого - значним підвищенням психофізіологічного навантаження водія.

Взаємозв'язок безпеки транспортних робіт та виробничої ефективності проявляється при виборі режимів руху, виду безпечного маневру та інших випадках. Так, наприклад, для успішного здійснення транспортної роботи доводиться рухатися і бездоріжжям. Однак при цьому підвищується ймовірність зупинки СТЗ через зовнішні умови (наземні перешкоди). Якщо за показник ефективності застосування СТЗ з урахуванням безпеки транспортних робіт прийняти можливість виконання виробничого завдання РТР.

Найбільш яскраво взаємозв'язок безпеки транспортної роботи та виробничої ефективності проявляється при призначенні обмежень, наприклад швидкості, критичного радіусу повороту, критичної швидкості перекидання та інших, призначених для запобігання виходу сільськогосподарської транспортної техніки на небезпечні режими руху. Ймовірність тієї події, що станеться ДТП, залежить від поведінки СТЗ при підході до небезпечного режиму (наприклад критичної швидкості перекидання) і від дій водія при виході на цей режим. Чим слабше змінюються динамічні властивості на небезпечному режимі, тим більше ймовірність водій можемо впоратися з керуванням СТЗ, запобігати наслідки виходу цей режим. Очевидно, що в таких випадках можна допускати ближчий підхід до небезпечного режиму, що розглядається, що розширює виробничі можливості сільськогосподарської транспортної техніки. Якщо ж при виході на

такі режими спостерігається різке погіршення динамічних властивостей СТЗ, наприклад, втрата стійкості або керованості, то водієві важко впоратися з керуванням СТЗ, він з меншою ймовірністю може запобігти ДТП. У цьому випадку при призначенні обмежень необхідно передбачати більший запас параметра, що характеризує небезпечний режим, робити обмеження більше «жорстким», що, звісно звужуватиме виробничі можливості сільськогосподарської транспортної техніки.

Висновки до розділу

1. Аналіз статистичних даних про несправності сільськогосподарських транспортних засобів дозволяє зробити висновок про те, що надійність техніки є найважливішим фактором забезпечення безпеки транспортних робіт; встановлено, що з ненадійних систем є гальмівна система.

2. Доведено, що обгрунтована ймовірна характеристика оцінки ступеня небезпеки несправностей сільськогосподарських транспортних засобів, запропоновані математичні методи її визначення, дозволяють кількісно визначити внесок несправності у безпеку транспортних робіт.

3. Теоретичними дослідженнями доведено, що критерій оцінки впливу технічних пристроїв на безпеку транспортних робіт дозволяє визначити ефективність застосування таких пристроїв, доведено, такі пристрої повинні бути, як мінімум, на порядок надійнішим за контрольовані ними системи сільськогосподарських транспортних засобів.

4. Встановлено, що запропонований критерій оцінки ефективності технічних заходів, вкладених у підвищення надійності сільськогосподарських транспортних засобів, дозволяє підвищити ефективність заходів на 8 – 10%.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Розробка гальмівних пристроїв

Результати численних досліджень щодо безпеки транспортних процесів підтверджують той факт, що однією з причин високої аварійності на дорогах України є несправність транспортних засобів. Серед загальної кількості ДТП, через несправності транспортних засобів, до найбільших аварійних, відноситься гальмівна система. Збільшення парку СТЗ сприяє збільшенню інтенсивності руху, що зрештою пред'являє підвищені вимоги до гальмівних систем.

В даний час всі провідні фірми, виробники транспортних засобів, віддають перевагу дисковим гальмівним пристроям, які мають кращі гальмівні якості в порівнянні з колодковими.

Вченими розробляються та удосконалюються конструкції гальмівних систем, вводяться гідравлічні, пневмогідравлічні, пневматичні та електропневматичні приводи, конструюються роздільні контури для приводів. В автомобілебудуванні вдосконалюються нові технології підвищення корозійної стійкості трубопроводів приводів гальмівних систем, покращуються фрикційні властивості гальмівних елементів, застосовуються автоматичні регулятори гальмівних сил [3, 5, 9, 11, 16, 19, 21, 29, 40, 41, 51].

Сприяє покращенню гальмівних якостей транспортних засобів антиблокувальна система, яка дозволяє скоротити гальмівний шлях автомобіля у складних погодних умовах, при слизькому покритті взимку та вологому покритті влітку, також антиблокувальна система покращує показники стійкості та керованості автотранспортних засобів при гальмуванні.

3.1.1 Опис розробленого гальмівного пристрою для автотранспортних засобів

Для забезпечення безпеки транспортних робіт, зниження кількості відмов гальмівної системи при експлуатації сільськогосподарських транспортних засобів пропонується наступна конструкція гальмівного пристрою дискового типу (розробка патенту). Схема пристрою представлена на рисунку 3.1.

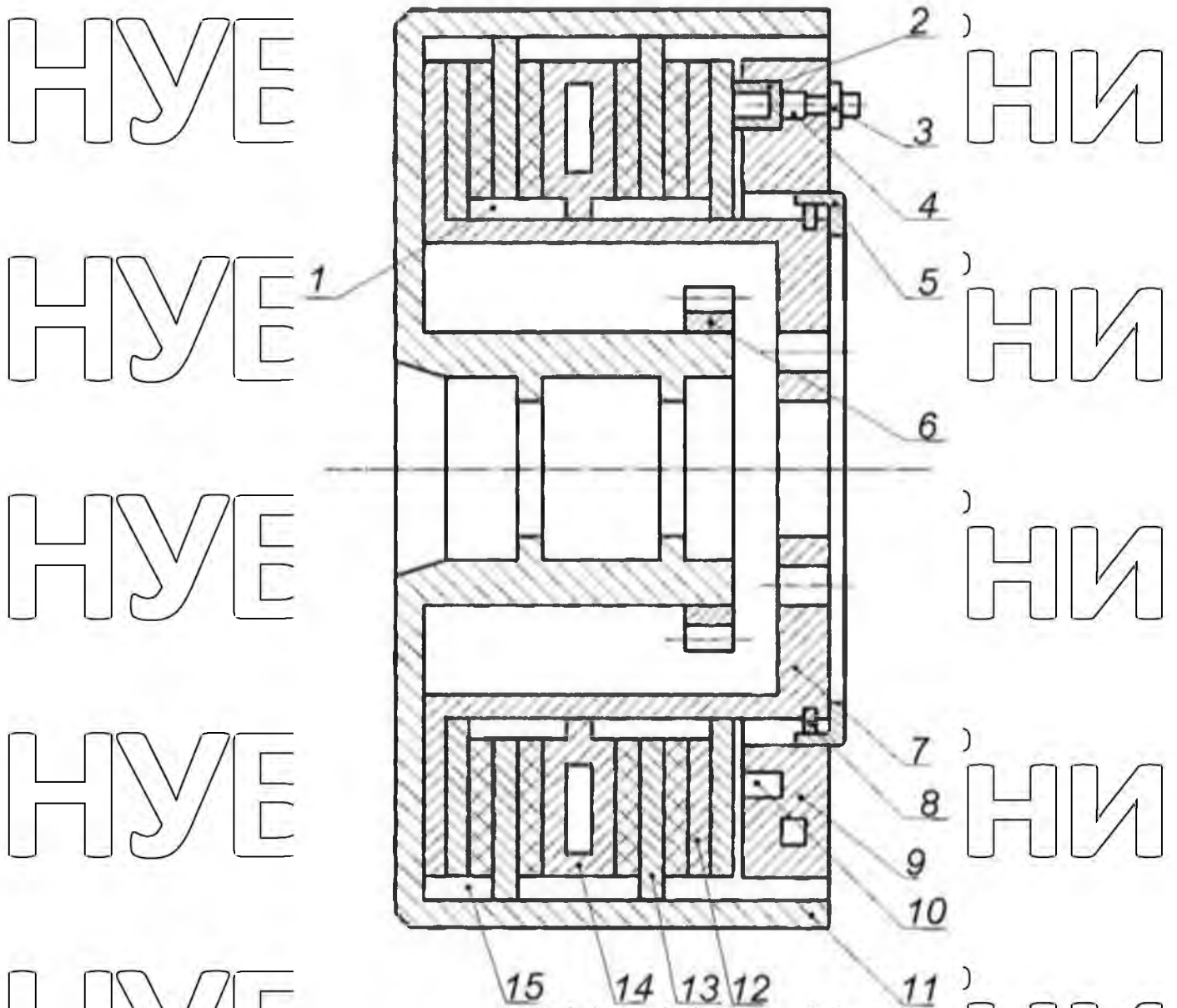


Рис. 3.1 Схема гальмівного пристрою

Гальмівний пристрій складається з корпусу гальма 7. По колу корпусу виконана проточка і кільцева канавка для кільця стопорного 8, блок циліндрів 9 відлитий з алюмінієвого сплаву і являє собою фасонний диск з вісьма нарізами різьбовими, в які вкручені гільзи. У середині кожної гільзи розміщується поршень 2. Ущільнення гільз і поршнів здійснюють гумовими та фторопластовими кільцями, розташованими в кільцевих канавках гільз. Порожнини гільзи з'єднані між собою кільцевим каналом 4 у блоці циліндрів. У восьми ступінчастих колодязях блоку встановлені регулятори 10 зазору, закриті кришками, які кріпляться до блоку болтами. У блок циліндрів вкручені кутровий штуцер 3 для приєднання гальмівної системи транспортного засобу до гальмівного пристрою

колеса. Біметалічний диск 14 складається з 8 знімних біметалічних секторів з шістнадцяти секторів, склепаних попарно на сталевому кільці. Сектор являє собою листовий каркас із сталі, залитий з одного боку металевим сплавом на основі чавуну. Кожен сектор має шліц, що входить у паз корпусу гальма. Цими шліцями біметалічні диски утримуються від пропороту. При цьому диски

можуть переміщатися вздовж осі гальма. Проміжний диск 14 складається з шістнадцяти секторів, кожен сектор є каркасом зі сталі, до якого припечена металокераміка. Шліцевими виступами секторів проміжні диски входять у напрямні пази 15 барабана колеса. При обертанні колеса проміжні диски

обертаються разом із колесом, маючи можливість переміщатися вздовж напрямних барабана. Поверхні біметалічних та проміжних дисків утворюють між собою фрикційні пари тертя. Натискний диск 12 виконаний із сталі, на ньому кріпляться вісім біметалевих секторів, який входить у паз корпусу гальма. Цими шліцями біметалічні диски утримуються від пропороту. При цьому диски

можуть переміщатися вздовж осі гальма. Проміжний диск 14 складається з шістнадцяти секторів, кожен сектор є каркасом зі сталі, до якого припечена металокераміка. Шліцевими виступами секторів проміжні диски входять у напрямні пази 15 барабана колеса. При обертанні колеса проміжні диски

обертаються разом із колесом, маючи можливість переміщатися вздовж напрямних барабана. Поверхні біметалічних та проміжних дисків утворюють між собою фрикційні пари тертя. Натискний диск 12 виконаний із сталі, на ньому кріпляться вісім біметалевих секторів, який входить у паз корпусу гальма. Цими шліцями біметалічні диски утримуються від пропороту. При цьому диски

можуть переміщатися вздовж осі гальма. Проміжний диск 14 складається з шістнадцяти секторів, кожен сектор є каркасом зі сталі, до якого припечена металокераміка. Шліцевими виступами секторів проміжні диски входять у напрямні пази 15 барабана колеса. При обертанні колеса проміжні диски

обертаються разом із колесом, маючи можливість переміщатися вздовж напрямних барабана. Поверхні біметалічних та проміжних дисків утворюють між собою фрикційні пари тертя. Натискний диск 12 виконаний із сталі, на ньому

кріпляться вісім біметалевих секторів. При цьому диски можуть переміщатися вздовж осі гальма. Проміжний диск 14 складається з шістнадцяти секторів, кожен сектор є каркасом зі сталі, до якого припечена металокераміка.

Шліцевими виступами секторів проміжні диски входять у напрямні пази 15 барабана колеса. При обертанні колеса проміжні диски обертаються разом із

колесом, маючи можливість переміщатися вздовж напрямних барабана.

Поверхні біметалічних та проміжних дисків утворюють між собою фрикційні пари тертя. Натискний диск 12 виконаний із сталі, на ньому кріпляться вісім

біметалевих секторів. При цьому диски можуть переміщатися вздовж осі гальма.

Проміжний диск 14 складається з шістнадцяти секторів, кожен сектор є каркасом зі сталі, до якого припечена металокераміка. Шліцевими виступами секторів

проміжні диски входять у напрямні пази 15 барабана колеса. При обертанні

колеса проміжні диски обертаються разом із колесом, маючи можливість

переміщатися вздовж напрямних барабана. Поверхні біметалічних та проміжних

дисків утворюють між собою фрикційні пари тертя. Натискний диск 12

виконаний із сталі, на ньому кріпляться вісім біметалевих секторів. Шліцевими

виступами секторів проміжні диски входять у напрямні пази 15 барабана колеса.

При обертанні колеса проміжні диски обертаються разом із колесом, маючи

можливість переміщатися вздовж напрямних барабана. Поверхні біметалічних

та проміжних дисків утворюють між собою фрикційні пари тертя. Натискний

диск 12 виконаний із сталі, на ньому кріпляться вісім біметалевих секторів.

Шліцевими виступами секторів проміжні диски входять у напрямні пази 15

барабана колеса. При обертанні колеса проміжні диски обертаються разом із

колесом, маючи можливість переміщатися вздовж напрямних барабана.

Поверхні біметалічних та проміжних дисків утворюють між собою фрикційні

пари тертя. Натискний диск 12 виконаний із сталі, на ньому кріпляться вісім

біметалевих секторів.

У диску просвердлено вісім отворів для кріплення регуляторів зазору 10 і

вісім отворів для запресування штовхачів регулятора зазорів, які передають

зусилля від поршнів 2 на диск натискний 12. По внутрішньому діаметру диск 12

має шліци, які входять в пази корпусу гальма. На спеціальному фланці закріплено зубчастий вінець 6.

Робота гальма. При подачі тиску циліндри гальмівного пристрою поршні 2 зі стрижнями і натискним диском 12 переміщуються в осьовому напрямку.

При цьому вибирається початковий проміжок між дисками, пакет дисків стискається, в результаті чого при обертанні колеса на фрикційних поверхнях виникають сили тертя, отже, гальмівний момент. Натискний диск, переміщуючись під час гальмування, стискає зворотні пружини (рис. 3.2)

регуляторів зазору. Величина максимального стиснення пружин дорівнює величині ходу затиску, який обмежений упором та кришкою.

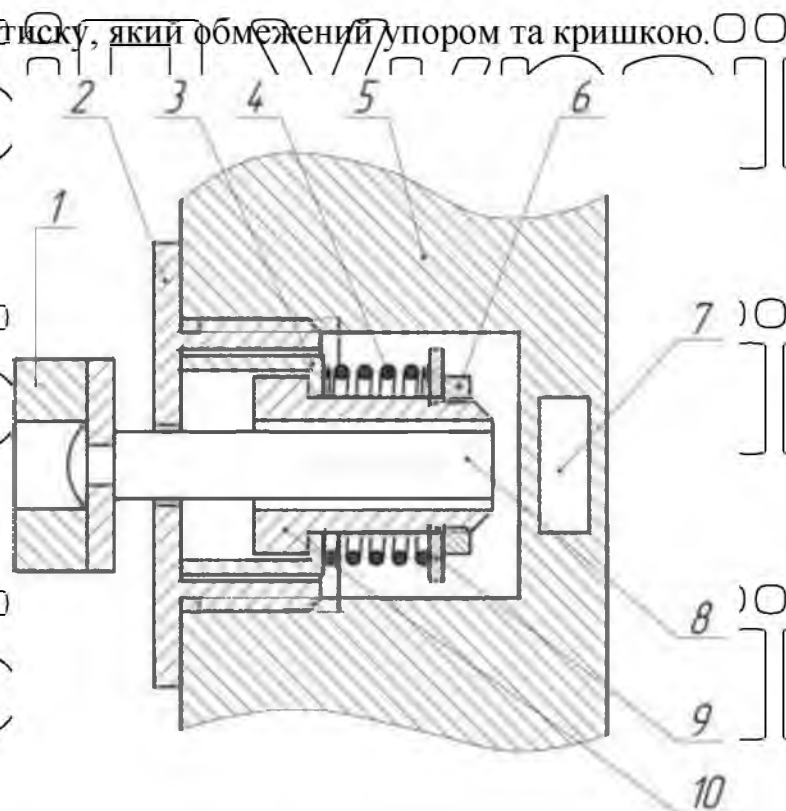


Рис. 3.2 Вузол розгальмовування з регулятором проміжків: 1 – притискний диск; 2 – кришка; 3 – упор; 4 – зворотна пружина; 5 – блок циліндрів; 6 – гайка; 7 – кільцевий канал; 8 – штовхач; 9 – шайба; 10 – затискач

Методика розрахунку гальмівного пристрою передбачає визначення гальмівного моменту, що розвивається гальмом, та його відповідність гальмівному моменту, що розвивається механічним транспортним засобом при максимальному уповільненні (рис. 3.3).

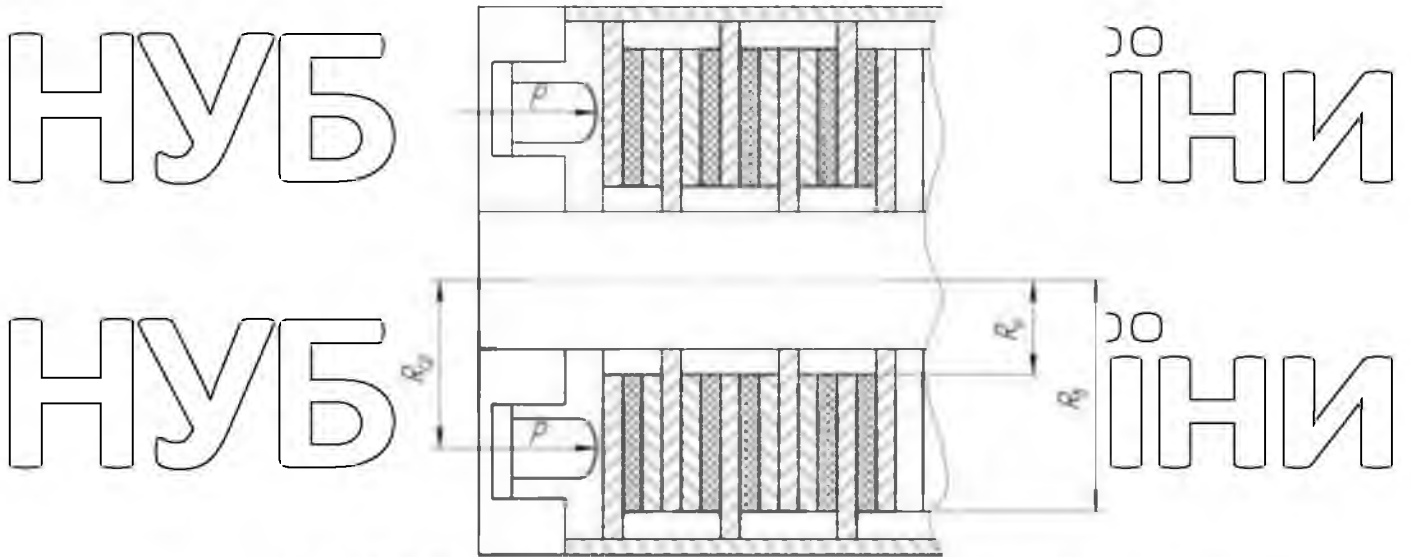


Рис. 3.3 Схеми сил P та параметрів гальмівного пристрою

$$M_T = z\mu R_{cp}P$$

де z - число пар поверхонь тертя, $z=1$

μ - коефіцієнт тертя, $\mu=0,5$

R_{cp} - радіус дії сил тертя, еквівалентний дії всіх елементарних сил тертя на площі контакту.

В даний час у дискових гальмівних пристроях застосовуються фрикційні

елементи у вигляді: овалу, кільцевого сектора або кола. На рисунку 3.4.

представлені форми цих елементів.

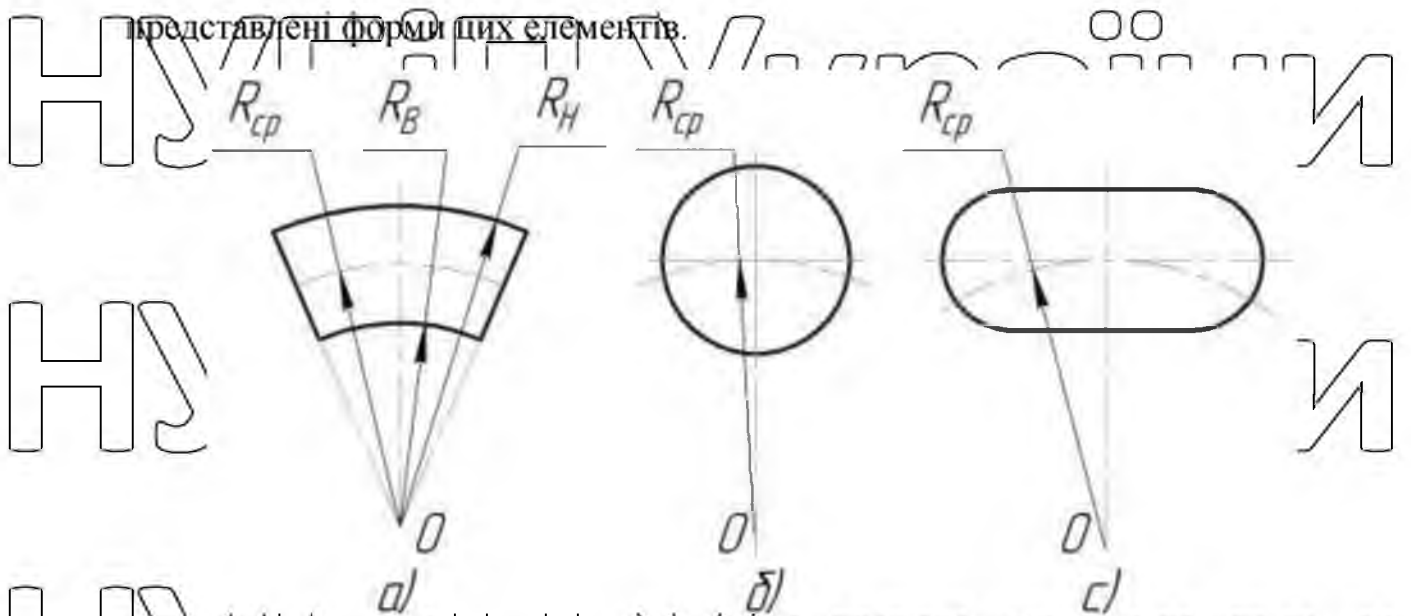


Рис. 3.4 Форми фрикційних елементів:

а - кільцевий сектор; б - коло; в - овал

Для фрикційних елементів кругової та овальної форми розрахунок гальмівного моменту великої відмінності не має.

Як розрахункові дані використовували характеристики автомобіля КАМАЗ 54113.

Дослідження розробленого гальмівного пристрою проводилося на стенді технічного діагностування гальм марки СТ310У 11.00.00.000PE.

Стендові випробування гальмівних пристроїв проводили в наступній послідовності:

1. Колесами передньої осі на ролики стенду встановлюють випробуваний автотранспортний засіб

2. Вимикають гальма стенда, відключають інші допоміжні пристрої, які перешкоджають обертанню роликів.

3. Для запобігання самовиїзду автотранспортного засобу назад, при гальмуванні, встановлюють страхувальні черевики.

4. Встановлюють заданий підприсметвом-виробником тиск стисненого повітря на автотранспортний засіб з пневматичним приводом.

5. Включають двигун і встановлюють оберти холостого ходу на автотранспортних засобах з гідровакуумним підсилювачем гальм.

6. Регулює значення зусилля динамометричного пристрою, встановлене в кабіні автотранспортного засобу. Розраховують та встановлюють, встановлене ГОСТ, зусилля на педаль. Зусилля здійснюється натисканням на гальмівну педаль та датчик, що визначає момент натискання. Динамометричний пристрій має бути встановлений без зазорів, попереднього натискання на педаль, її зміщення.

7. При оцінці гальм провідних коліс розганяють швидкість обертання роликів до початкової швидкості гальмування автомобіля. Розгін проводиться від двигуна випробуваного автотранспортного засобу.

8. З регламентованим зусиллям на орган управління виробляють гальмування робочою гальмівною системою. Покази оціночних параметрів ресетруються.

9. Включають допоміжні пристрої стенда, що перешкоджають обертанню реліків шляхом прибирання страхувальних черевиків.

10. Автотранспортний засіб переміщають вперед, установки на ролики коліс другої осі.

11. Після установки на ролики коліс другої осі, повторюють всі операції, послідовності п. 5, п. 6, п. 7, п. 8.

Опис розробленого гальма автомобіля

Застосування гальмівних дискових пристроїв в конструкціях автотранспортних засобів великої маси має свої специфічні проблеми, однією з них є велика енергоємність гальма.

У загальному вигляді дискове гальмо є набір металевих дисків 1 і дисків з накладками з фрикційного матеріалу 2, притисканих один до одного при гальмуванні (рис. 3.6).

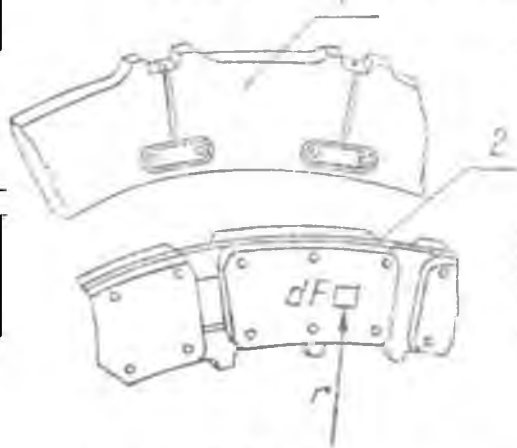


Рис. 3.6 Гальмівні диски

Одні диски, рухливі, пов'язані з барабаном колеса, інші нерухомо з'єднані з балкою мосту. Металеві диски робляться великою товщиною, що вільно деформуються у своїй площині, що запобігає їх коробленню при нагріванні.

Проектний розрахунок системи охолодження гальмівного пристрою.

Для розрахунку системи охолодження гальмівного пристрою необхідно визначити кількість тепла, яке розсіюватиметься у навколишнє середовище через

охолоджувач. Насамперед, при розрахунках необхідно почати з визначення кількості тепла, яке необхідно розсіяти через охолоджувач у навколишнє середовище.

Енергія гальмування, яка перетворюється на тепло силами тертя, визначається формулою:

$$E = \frac{G \times (\bar{V}_n^2 - V_k^2)}{2}$$

Визначимо масу, що припадає на передню вісь, при гальмуванні за формулою:

$$G = G_1 + \frac{G_a \times h_g \times J_a}{L_a \times g} = 2538 + \frac{7825 \times 0,9 \times 4,8}{3,6 \times 9,81} = 3495 \text{ кг.}$$

Тоді енергія гальмування дорівнюватиме

$$E = \frac{3495 \times (16,67^2 - 8,34^2)}{2} = 364062,45 \text{ Дж}$$

Визначимо приріст середньої температури дисків з охолодженням та рідини системи охолодження за час циклу гальмування, який залежить від величини енергії, що поглинається дисками та рідиною, від їх маси та теплоємності.

$$\Delta T = \frac{E}{2 \times (C_f \times M_f + C \times M_d)} = \frac{364062,45}{2 \times (4200 \times 21 + 1200 \times 20)} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

При середній температурі $26 \text{ }^\circ\text{C}$ рідини, що входить до охолоджувача, температуру рідини, що виходить з охолоджувача, визначаємо з таким розрахунком, щоб сумарний приріст температури за 20 циклів гальмування не перевищував температури кипіння рідини. Якщо температура рідини, що виходить з охолоджувача, при першому гальмуванні дорівнюватиме $23 \text{ }^\circ\text{C}$, тобто збільшення середньої температури дорівнюватиме $3 \text{ }^\circ\text{C}$, то за 20 циклів температура системи не перевищить температуру кипіння рідини.

Обчислимо теплове навантаження охолоджувача за формулою

$$Q = G_f \times C_f \times (t^I - t^{II}) = 0,2 \times 4200 \times 3 = 2520 \text{ Вт}$$

Визначимо, заздалегідь, число каналів, рівне 15. Таке число ми взяли з умов: швидкості течії рідини; прохідного перерізу каналу та числа каналів

охолоджувача; витрати рідини.

Відведення тепла від гальма, розміщеного всередині барабана колеса, відбувається дуже повільно. Навіть через 25...30 хв після кінця гальмування у ньому залишається близько 25% тепла, виділеного при гальмуванні.

Максимальне нагрівання гальма виходить в кінці гальмування, а барабана і покришки - через 15...20 хв після його закінчення. Тому можливе руйнування шини від перегріву може статися на зупинці. Повільне відведення тепла знижує ефективність гальмування.

Збільшити енергоємність гальма – зменшити максимальну температуру гальма та інших частин колеса можна шляхом охолодження гальма у процесі гальмування. Охолодження проводиться шляхом подачі водяної суміші через форсунок, що розпилюють, на гальмівні диски. Гальмівний пристрій, з такою системою охолодження, розроблено автором і представлено на рисунку 3.9.

Гальмо працює наступним чином. При подачі тиску робоче тіло (стиснене повітря, гідравлічна рідина) через штуцер 16 подається в кільцевий канал 4 до поршнів 6, які починають рухатися, переміщуючи притискний диск 12 в осьовому напрямку. При цьому пакет дисків стискається, на фрикційних поверхнях виникають сили тертя і, отже, гальмівний момент, пропорційний тиску приводу гальмівної системи.

Гальмівний пристрій при невеликих температурах охолоджується потоком повітря, що набігає, при збільшенні температури включаються форсунок, подаючи рідину на охолодження гальма.

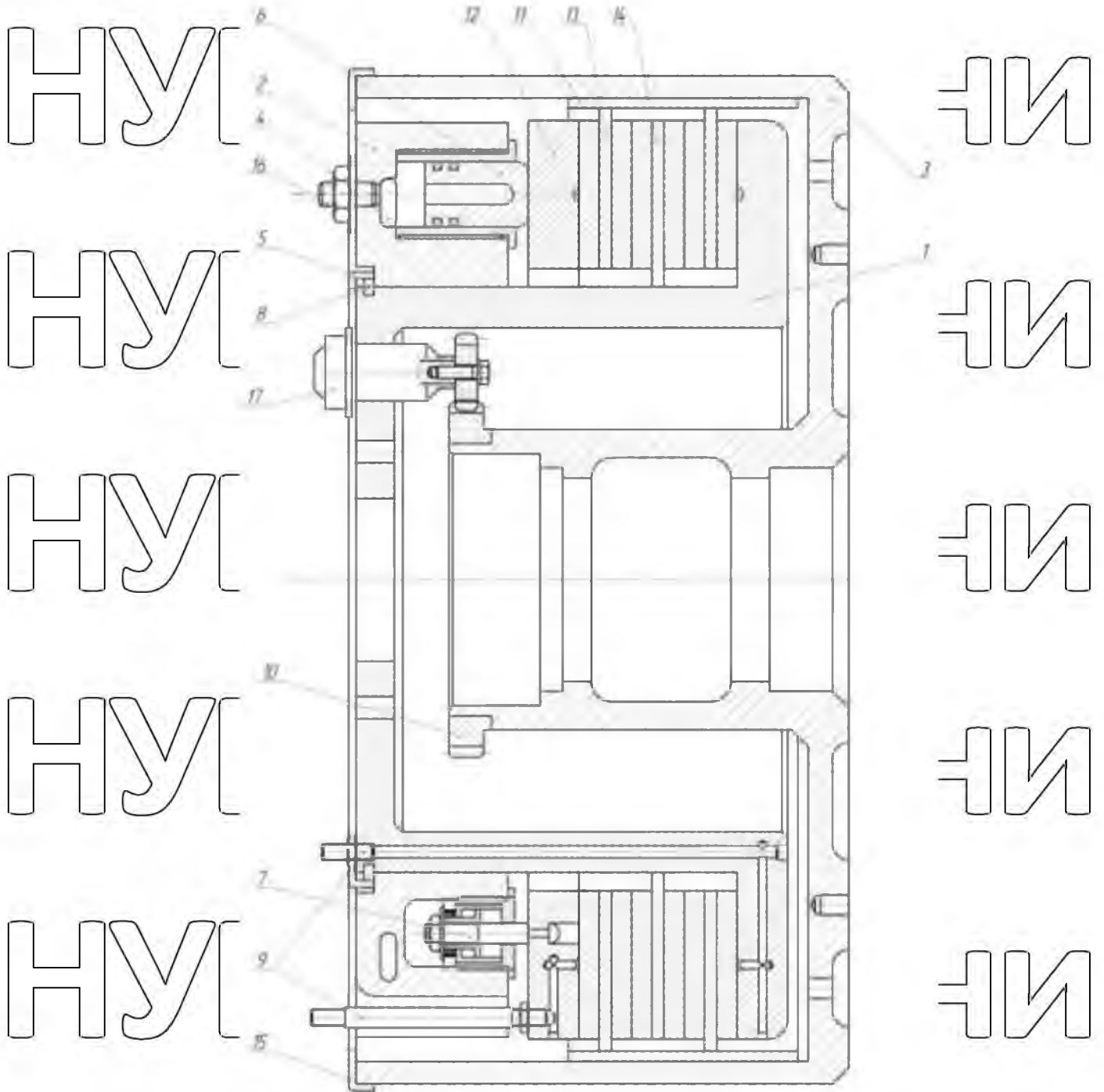


Рис. 3.9 Гальмівний пристрій:

- 1 – корпус; 2 – блок циліндрів; 3 – гальмівний барабан; 4 – кільцевий канал;
 5 – кришка кільця; 6 – поршень; 7 – регулятор зазорів; 8 – стопорне кільце;
 9 – форсунки для рідинного охолодження; 10 – зубчасте кільце для датчика
 АБС; 11 – напрямні барабана; 12 – притискний диск; 13 – рухомий диск;
 14 – нерухомий диск; 15 – кришка; 16 – штуцер для приєднання гальмівного
 приводу; 17 – датчик АБС

НУБІП України

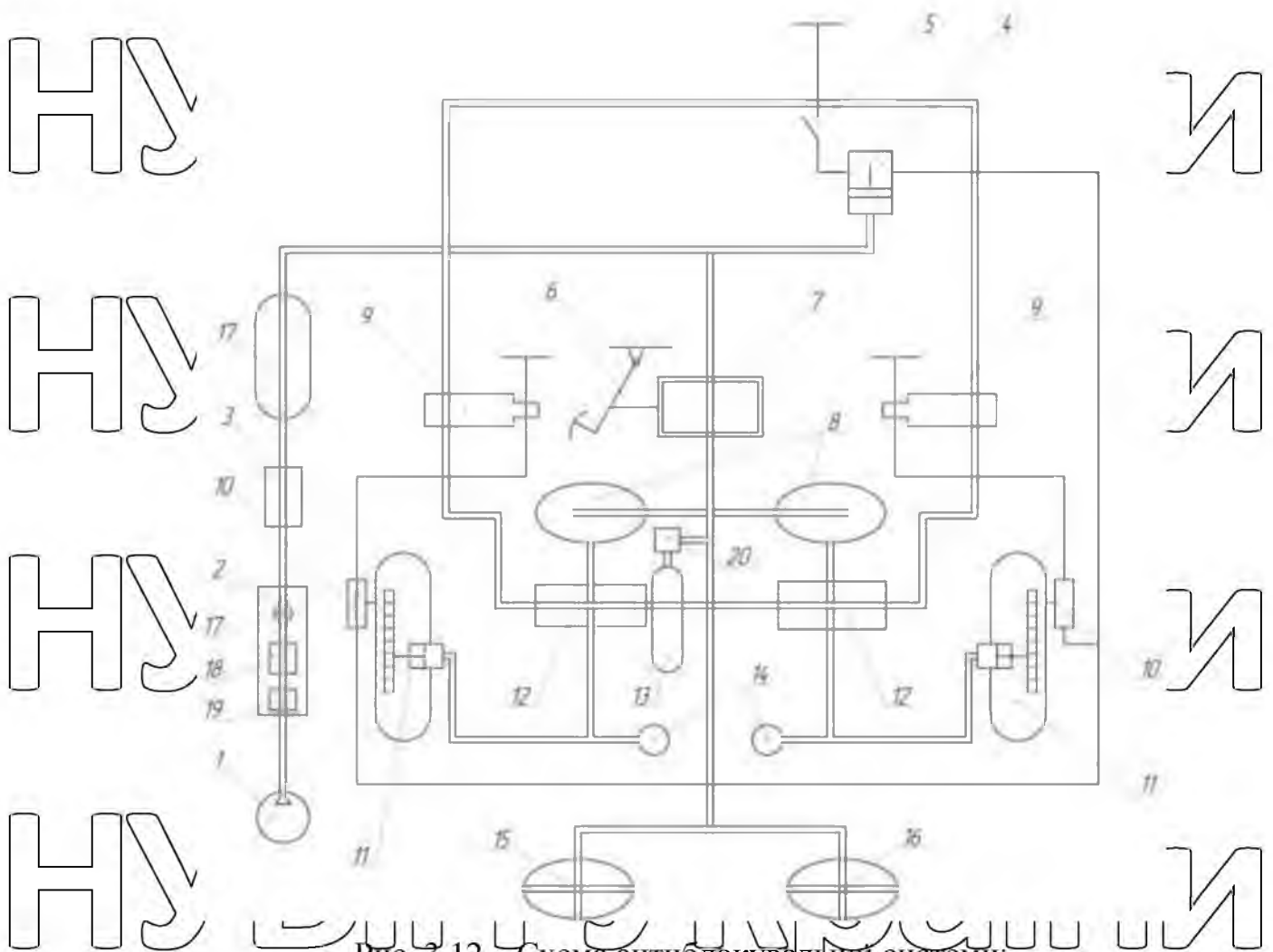


Рис. 3.12 – Схема антиблокувальної системи:

- 1 – компресор; 2 – повітряний фільтр; 3 – редуктор тиску;
 4,5 – вмикачів; 6 - педаль управління гальмами; 7 – гальмівний кран; 7, 8 – гальмівні камери передніх коліс; 9 – електромагнітні клапани (відповідно до числа коліс.); 10 – інерційний датчик (відповідно до числа коліс); 11 – гальмо колеса; 12 – перемикачі;
 13 – пневмоакумулятор; 14 – датчик тиску в гальмівній системі;
 15,16 – гальмівні камери задніх коліс; 17 – ресивер; 18 – прискорювач АБС і двох контурів: I – й – пневматичний контур; II – електричний.

Система працює в такий спосіб. При включенні вмикача 5 електрична система АБС включається до системи електрозабезпечення транспортного засобу. Після запуску двигуна компресор 1 починає нагнітати стиснене повітря пневматичну систему транспортного засобу. Через фільтр 2 і редуктор повітря 3 під тиском накопичується в ресивері і чергує у гальмівного крана. При натисканні на педаль керування гальмівною системою стиснене повітря подається в гальмівну систему, включається вмикач 4, при цьому запитуються електричною енергією електромагнітні клапани 9 і інерційні датчики 10 -

електричний контур антиблокувальної системи готовий до роботи.

Повітря також через прискорювач 18 запитує пневмоаккумулятор 13, через перемикачі 12 подається до гальм 11 колеса загальмовуються. При появі блокування коліс (юз) на будь-якому з коліс спрацьовує інерційний датчик 10 даного колеса, при цьому замикаються електричні контакти інерційного датчика

10, які подають електричний сигнал на електромагнітний клапан 9. Електромагнітний клапан спрацьовує, стиснене повітря стравлюється з гальмової системи даного колеса зменшується, юз припиняється, система АБС колеса повертається у вихідний робочий стан. У разі відмови основного

гальмівного контуру тиск повітря, що знаходиться в пневмоаккумуляторі, через перемикачі 11 надходить у гальмо колеса, колесо загальмовується.

Опис розробленої педалі управління автотранспортним засобом

В даний час для керування автотранспортним засобом застосовуються педалі, що конструктивно складаються зі стрижня педалі та полиці.

Вузол кріплення педалі знаходиться під підлогою кабіни у важкодоступному місці, тому виконувати на вузлі та педалі, технологічні операції з ремонту та заміни, трудомісткі.

Пропонуємо використовувати як орган управління транспортним засобом педаль, представлену на рисунку 3.14.

Педаць працює в такий спосіб. Для зміни робочої довжини стрижня педалі необхідно взятися рукою за кільце 11 стопорного механізму, долаючи опір пружини 10, витягнути фіксатор 9 з поглиблення, а потім пересунути секцію телескопічного стрижня на необхідну величину. Усі необхідні операції виконуються у кабіні.

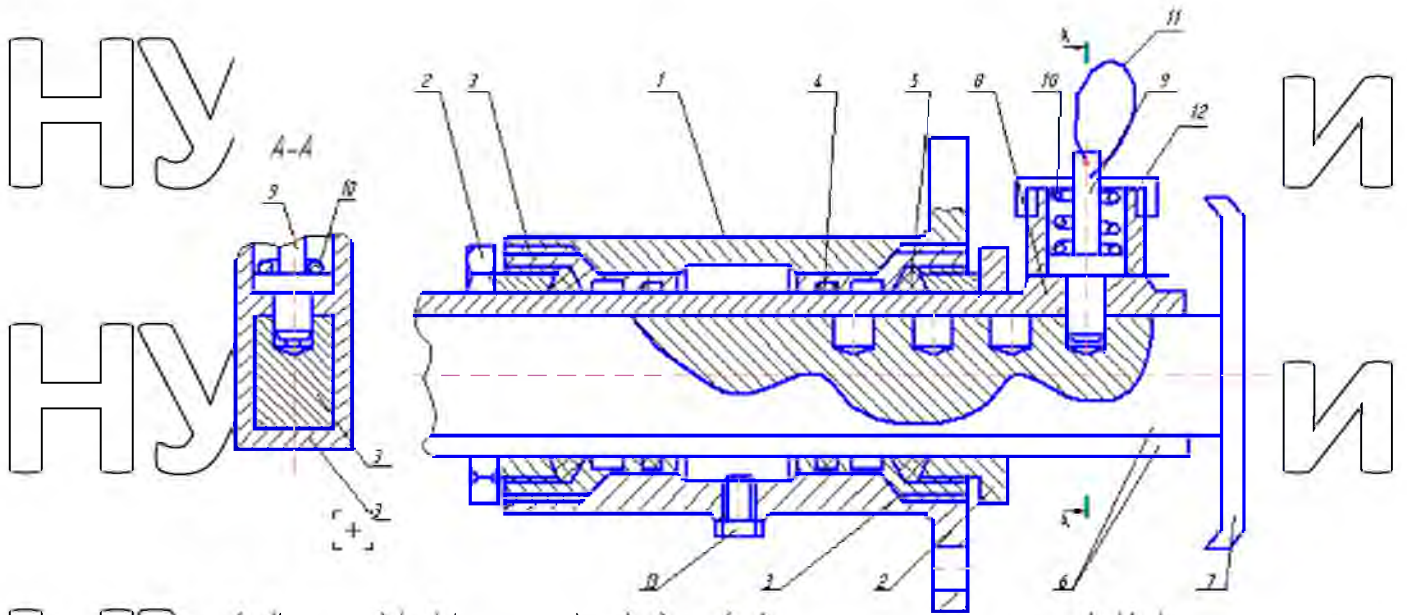


Рис. 3.14 Педаль керування автотранспортним засобом:

1 – корпус; 2 – гайка; 3 – втулка; 4 – гумові ущільнення; 5 – повстяні кільця; 6 – стрижень педалі; 7 – полиця; 8 – склянка; 9 – фіксатор; 10 – пружина; 11 – кільце; 12 – кришка; 13 – пробка.

Пропонована розробка дозволяє водієві вибрати найоптимальнішу посадку в кабіні, це забезпечує найменшу втому та корону видимість дороги, що зрештою сприяє підвищенню безпеки руху.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4 ВИКОРИСТАННЯ. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Розрахунок економічної ефективності від впровадження гальмівного пристрою у виробництво

При розрахунку економічної ефективності застосування гальмівного пристрою дискового типу застосовувався спосіб порівняння. Як аналог, для порівняння, застосовувався гальмівний пристрій барабанного типу, встановлений на автомобілях марок КамАЗ, автотранспортного підприємства

(АПК) Кількість автомобілів в АПК (A_{cc}) становить 110 автомобілів, $A_{cc} = 110$.

Для підприємства, розрахунок економічної ефективності від впровадження гальмівного пристрою, ведеться за методикою визначення питомих витрат на експлуатацію автомобілів при впровадженні дискового гальмівного пристрою:

$$E_r = (C_1 - C_1) - C_{пр} E_n$$

$\Delta C = (C_1 - C_1)$ - зниження питомих витрат на експлуатацію автопарку машин при впровадженні дискового гальмівного пристрою;

$C_{пр}$ - витрати на встановлення на автомобілі, закупівлю дискового гальмівного устрою автотранспортним підприємством;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень
Коефіцієнт $E_n = 0,2$.

При серійному виробництві дискових гальмівних пристроїв, вартість $C_{пр}$, одного гальмівного пристрою, за оцінкою експертів складе $C_{пр} = 17850,00$ грн

Тоді загальні витрати на встановлення дискового гальмівного пристрою на сидельний автопоїзд марки КамАЗ – 54115 спеціалістами підприємства складе:

$$C_{пр\Sigma} = C_{пр} + (C_r T_d)$$

T_d - трудомісткість установки виробу, люд./год., $T_d = 8$

C_r - годинний тариф для автослюсаря, грн., $C_r = 90$ грн/год

$$C_{пр\Sigma} = [17850,00 + (90,0 \cdot 8)] \cdot 6 = 111420 \text{ грн}$$

Робота зі встановлення дискового гальмівного пристрою на автомобіль марки КамАЗ не відноситься до виконання робіт підвищеної складності, така

робота посилює працівнику не найвищої кваліфікації, вона доступна водієві та автослосарю не високого розряду.

Зниження кількості дорожньо-транспортних пригод з технічних причин, через несправності гальмівних систем, зниження часу простоїв автомобілів, пов'язаних з несправностями гальм, у результаті дозволяє знизити питомі витрати,

При впровадженні дискового гальмівного пристрою зниження питомих витрат визначимо за формулою:

$$\Delta C = E_{\text{ТО,ПР}} + E_{\text{ДТП}}$$

де $E_{\text{ТО,ПР}}$ – економія фінансових коштів з-за простоїв автомобілів;

$E_{\text{ДТП}}$ – економія фінансових витрат зниження числа дорожньо-транспортних пригод.

Економію фінансових коштів від зниження кількості простоїв автомобілів на рік, визначимо за формулою:

$$E_{\text{ТО,ПР}} = \Pi_{\text{ПР}} \cdot L_{\text{Р}} \cdot k_{\text{КВ}} \cdot \beta$$

де $\Pi_{\text{ПР}}$ – середній прибуток, отриманий підприємством на кілометр пробігу транспортних засобів, що експлуатуються у міністерстві сільського господарства.;

$L_{\text{Р}}$ – річний пробіг транспортних засобів,

$k_{\text{КВ}}$ – збільшення коефіцієнта випуску транспортних засобів після впровадження дискового гальмівного пристрою, $k_{\text{КВ}} = 0,25$

β – коефіцієнт залежить від умов пробігу.

Економію фінансових засобів від зниження числа дорожньо-транспортних пригод внаслідок застосування дискового гальмівного пристрою визначимо за формулою.

$$E_{\text{ДТП}} = \frac{C_{\text{ДТП}} (\Pi_{\text{ТОР}} - \Pi_{\text{ТОР,ДТП}})}{100}$$

$C_{\text{ДТП}}$ – сума втрат фінансових коштів, наслідок несправності гальм на один автомобіль на рік,

$\Pi_{\text{ТОР}}$ – кількість ДТП внаслідок відмов гальм, загалом від числа дорожньо-

транспортних пригод;

Історія ДТП - кількість дорожньо-транспортних пригод ДТП з причини несправності гальмівної системи після впровадження дискового гальмівного пристрою.

На автомобілі марки КамАЗ, за статистичними даними, частка ДТП становить від 10 до 12%. У результаті можна вважати, що частка автомобілів КамАЗ, що беруть участь у ДТП, дорівнюватиме 0,12. Звідси, з урахуванням вищевикладеного, втрати від однієї скоєної дорожньо-транспортної пригоди за участю автомобілів КамАЗ. Враховуючи, що через відмову гальм системи відбувається до 40% дорожньо-транспортних пригод. Враховуючи, що ймовірність скоєння ДТП на автомобільному транспорті становить 0,3 тоді втрати від дорожньо-транспортних пригод, через несправності гальм автомобілів КамАЗ. Експерти вважають, що скорочення кількості дорожньо-транспортних пригод через несправність гальм становитиме близько 13%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виконані дослідження дозволяють констатувати, що суттєвий вплив на безпеку транспортних робіт, надійність сільськогосподарських транспортних засобів, доведено, що гальмівна система є найменш надійною, на її частку припадає 37,3% від загальної кількості ДТП через технічні несправності.

2. Доведено, що обґрунтована ймовірна характеристика оцінки ступеня небезпеки несправностей сільськогосподарських транспортних засобів, запропоновані математичні методи її визначення, дозволяють кількісно визначити внесок несправності у безпеку транспортних робіт.

3. Теоретичними дослідженнями доведено, що критерій оцінки впливу технічних пристроїв на безпеку транспортних робіт, що дозволяє визначити ефективність застосування таких пристроїв, доведено, такі пристрої повинні бути, як мінімум на порядок, надійнішими за контрольовані ними системи сільськогосподарських транспортних засобів.

4. Встановлено, що запропонований критерій оцінки ефективності технічних заходів, вкладених у підвищення надійності сільськогосподарських транспортних засобів, дозволяє підвищити ефективність заходів на 8 – 10%.

5. Обґрунтований показник ефективності виконання виробничого завдання дозволяє розробити критерій експлуатаційних обмежень для сільськогосподарських транспортних засобів, що впливає на безпеку виконання транспортних робіт.

Доведено, що розроблений та діагностований багатодисковий гальмівний пристрій з осьовим натисканням, новизна якого підтверджена патентом України, з уповільненням більше $7,5 \text{ м/с}^2$, за своєю ефективністю дозволяє покращити показники гальмівних якостей від 12 до 40%, порівняно з ДСТУ Р 5 - 2001.

Доведено, що розроблені антиблокувальні системи для сільськогосподарських транспортних засобів, датчик антиблокувальної системи, час спрацювання якого, при півдні, дорівнює 0,55 с, що на 10% менше часу спрацювання аналога, зменшує гальмівний шлях, у складних кліматичних

умовах, на 12 – 20 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронний гальмо стоянки // Автобудування за кордоном. - №11, 2017. - С. 10 - 12.
2. Arthur G., Hodden SC Beyond simple measurements: on-board monitor for vehicle prognosis. Research Triangle Park, NC, 2020. - P. 271 - 280.
3. Gillespong TD Front brake interactions with heavy vehicle and handling during braking "SAE Prepr." S.a. №760025. 16 pp.
4. Compressed - Air Brake Systems. Technical Instruction. – Robert Bosch GmbH, 2015.
5. Weber R., Persch HG Seitenkraft Freidrehung von Luftreifen. - ATZ, 2015, № 2. - S.40 - 46.
6. Hofer GG, Goebels Antilockiersistem fur Nutzfahrzeuge. - Bosch Terlin / Berlin, 2020. №7. - S. 40 - 49.
7. Леонтьев Д. Н., Туренко А. Н., Ломока С. И., Рыжик Л. А., Быкадоров А. В. (2011) Исследование качения автомобильного колеса с максимальной эффективностью в тормозном режиме. Автомобильный транспорт, 29, 23-28.
8. Леонтьев Д. Н., Серикова Е. А., Быкадоров А. В., Дон Е. Ю. (2012) Анализ и выбор принципов управления электропневматическими модуляторами рабочей тормозной системы автомобилей. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», 60, 67 - 72.
9. Леонтьев Д. Н. (2013) Моделирование переходных процессов в пневматическом тормозном приводе автомобиля, который оборудован системой автоматического регулирования тормозного усилия. Вісник СевНТУ, 142, 88-91.
10. Леонтьев Д. Н., Рыжик Л. А., Красюк А. Н., Быкадоров А. В. (2013) Системы контроля выходных параметров движения автотранспортного средства. Вісник СевНТУ, 143, 49-52.

11. Леонтьев Д. Н. (2013) Влияние алгоритмов работы автоматических систем на эффективность торможения транспортного средства. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 61-62, 158-161.

12. Леонтьев Д. Н., Рыжих Л. А., Быкадоров А. В. (2014) Определение продольной реализуемой силы сцепления автомобильного колеса с опорной поверхностью по крутильной деформации шины и ее жесткости. Журнал «Автомобильная промышленность», 10, 20-24, 298

13. Леонтьев Д. Н., Смирнова Н. В. (2014) Обобщение уравнений движения автомобилей для расчета скорости свободного движения. Автомобильный транспорт, 34, 44-48.

14. Леонтьев Д. М., Смирнова Н. В. (2014) Аналіз режимів руху в задачах проектування та експлуатації автомобільних доріг. Наукововиробничий журнал «Автошляховик України», 5 (241), 23-25.

15. Леонтьев Д. М. (2015) Про розрахунковий спосіб визначення висоти координати центру ваги типових автомобілів. Автомобільний транспорт, 37, 101 - 107.

16. Леонтьев Д. Н., Конопелько А. В. (2015) Определение нагрузки на колесах автомобиля при его наклоне относительно опорной поверхности. Журнал «Автомобильная промышленность», 12, 15-16.

17. Леонтьев Д. Н., Богомолов В. А., Туренко А. Н. (2016) Способ определения замедления многоосного автомобиля на основе реализуемых сцеплений его колес и расположения координаты центра масс. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 75, 13-17.

18. Leontiev D., Don E. (2016) Specifics of automobile dual wheels interaction with the supporting surface. Автомобильный транспорт, 39, 74-79.

19. Zafonin M. Yu., Liubarskyi B. A., Schuklinov S. N., Mychalevych N. G., Leontiev D. N. (2018) Study of Proportional Pressure Modulator on the Basis of Electromagnetic-Type Linear Motor. Science and Technique, 17 (5), 440-446.

<https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-5-440-446> (Web of Science Core Collection (ESCI)).

20. Bogomolov V., Klimenko V., Leontiev D., Ryzhyh L., Smyrnov O., Kholodov M. (2020) Improving the Brake Control Effectiveness of Vehicles Equipped with a Pneumatic Brake Actuator. *Science and Technique*. 19 (1), 55-62.

<https://doi.org/10.21122/2227-1031-2020-19-1-55-62>. (Web of Science Core Collection (ESCI))

21. Shuklinov S., Leontiev D., Makarov V., Verbitskiy V., Hubin A. (2021) Theoretical Studies of the Rectilinear Motion of the Axis of the Locked Wheel After Braking the Vehicle on the Uphill. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1265. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_7. (Scopus, Quartiles - Q3).

22. Клименко В. И., Шуклинов С. Н., Леонтьев Д. Н., Губин А. В. (2020) Анализ методов определения коэффициента сопротивления качению колёс автомобиля. *Автомобильный транспорт*, 46, 33-39. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2020.46.0.33>.

23. Bogomolov V.A., Klimenko V.A., Leontiev D.N., Ponikarovska S.V., Kashkanov A.A., Kucheruk V.Yu. (2021) Plotting the adhesion-utilization curves for multi-axle vehicles. *Bulletin of the Karaganda University*. 1 (101), 35-45. <https://doi.org/10.31489/2021Ph1/35-45>. (Web of Science Core Collection (ESCI)).

24. Туренко А. Н., Клименко В. И., Богомоллов В. А., Рыжих Л. А., Леонтьев Д. Н., Красюк А. Н., Михалевич Н. Г. (2015) Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортных средств : монография 2-е издание. Харьков : ХНАДУ.

25. Туренко А. М., Клименко В. И., Богомоллов В. О., Леонтьев Д. М., Михалевич Н. Г., Куріпка О. В. (2020) Розрахунок та дослідження взаємодії структурних модулів електропневматичного гальмового приводу : монографія. Харків : ХНАДУ. 26. Леонтьев Д., Чебан А., Красюк О. (2013)

Удосконалення статичної характеристики електронно-пневматичної гальмівної системи. Симпозіум українських інженерів-механіків. 115 – 116.

26. Braking pressure modulator for a trailer with electronic braking system:

Пат. 6467854 B2 USA; № 09/792411; Dieter Frank, Gerdt Schreiber, Peter 309

Homann, Armir Sieker, Andreas Kranz, Hans-Klaus Wolff, Dirk Meier ; заявитель

и патентообладатель WABCO GmbH and Co., OHG (DE); опубл. 22.10.2002.

27. Electronically Controlled Braking Systems for Trailers [Electronic resource]. A Division WABCO Standart GmbH. EBS (EPB), 2003. - 28 p. -

Электрон. дан. - WABCO, 2005. - 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM) - Систем.

требования. Windows 2000/XP, Acrobat Reader. - Title from the screen.

28. Stender A., Witte N. (2007) Trailer EBS E with Trailer Central Electronic 2S/2M - 4S/3M. WABCO INFORM, 43.

29. Westerhof B., Kalakos D. (2017) Heavy Vehicle Braking using Friction

Estimation for Controller Optimization. Stockholm : KTH Royal institute of technology. 109. Luijten M. F. J. (2010) Lateral Dynamic Behaviour of Articulated

Commercial Vehicles. Eindhoven : Eindhoven University of Technology.

30. Lehtinen J. (2015) Nonlinear Lateral Dynamic Behavior of a High

Capacity Transport Vehicle. Aalto : Aalto University.

31. Petersen I. (2003) Wheel slip control in ABS Brakes using gain schedule optimal control with constraints. Department of Engineering Cybernetics Norwegian University of Science and Technology Trondheim, Norway.

32. Wong J. Y. (2001) Theory of ground vehicles. - 3rd ed. Carleton

University Ottawa.

33. Pacejka H. B. (2006) Tyre and Vehicle Dynamics. - 2nd ed. Butterworth-Heinemann.

34. Schmeitz A. J. C., Besselink I. J. M., Hoogh J., Nijmeijer H. (2005)

Extending the Magic Formula and SWIFT tyre models for inflation pressure changes. Fachtagung, Hannover, 1912, 201-225.

35. Шифрин Б. М., Извалов А. В. (2015) Экспериментальная верификация модели М. В. Келдыша взаимодействия пневмоколеса с опорной

плоскостью. Проблемы трибології. 1, 92-98.

36. Gent A. N., Walter J. D. (2006) The Pneumatic Tire. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.

37. Xiong Y., Tuononen A. (2015) The in-plane deformation of a tire carcass: Analysis and measurement, Case Studies in Mechanical Systems and Signal Processing, 2, 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.csmssp.2015.09.001>.

38. Pauwelusser J., Dalhuijsen W., Merts M. (2007) Tyre dynamics, tyre as a vehicle component Part I.: Tyre handling performance. Virtual Education in Rubber Technology (VERT), 1-14.

39. Кноров В.И., Кленников Е.В., Петров И.П. и др. (2016) Работа автомобильной шины.

40. Кноров В.И., Кленников Е.В. (2015) Шины и колеса. Москва.

41. Haichao Zhou, Guolin Wang, Yangmin Ding, Jian Yang, Chen Liang and Jing Fu. (2019) Effect of Friction Model and Tire Maneuvering on Tire/Pavement Contact Stress / Advances in Materials Science and Engineering, 2015, 2-25. <https://doi.org/10.1155/2015/632647>.

42. Owende P., Hartman A., Ward S., Gilchrist M., O'Mahony M. (2001). Minimizing Distress on Flexible Pavements Using Variable Tire Pressure. Journal of Transportation Engineering.

43. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2001\)127:3\(254\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2001)127:3(254)).

44. Samuel K. C. (1981) Mechanics of Pneumatic Tires. U.S. Government printing office : Washington.

45. White G. (2017) Limitations and potential improvement of the aircraft pavement strength rating system. International Journal of Pavement Engineering 12, 111-112.

46. De Beer M., Maina J., Rensburg Y., Greben J. (2012). Toward using tire/road contact stresses in pavement design and analysis. Tire Science and Technology, 40, 246-271.

47. De Beer M., Fisher C., Kannemeyer L. (2004). Tyre-pavement interface contact stresses on flexible pavements -quo vadis. In: 8th Conference on Asphalt

Pavements for Southern Africa (CAPSA'04). 681-702.

48. De Beer M., Sadzik E. M., Fisher C., Coetzee C. H. (2005). Tyre-pavement contact stress patterns from the test tyres of the Gautrans heavy vehicle simulator (HVS) MK IV+. In: 24th Southern Africa Transport Conference (SATC 2005). 413-430.

49. Pauwelussen J., Dalhuijsen W., Merts M. (2007) Tyre dynamics, tyre as a vehicle component Part 3: Rolling resistance. Virtual Education in Rubber Technology (VERT), FI-04-B-F-PP-160531, HAN University. 1-50.

50. Kim Y. R., Tayebali A. A., Guddati M. N., Karshenas A., Cho S. (2015) Surface Layer Bond Stresses and Strength Carolina.

51. Steen R. (2007) Tyre/road friction modeling. Literature survey. Eindhoven.

52. Wang H. (2011) Analysis of tire-pavement interaction and pavement responses using a decoupled modeling approach. Urbana, Illinois : in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign.

53. Gruber P., Sharp R. S., Crocombe A. (2008) Friction and camber influences on the static stiffness properties of a racing tyre / Proceedings of the institution of mechanical engineers part D-JOURNAL of automobile engineering, 222, 1963-1976. <http://dx.doi.org/10.1243/09544070J AUTO872>.

54. Бойко А. В., Распопина В. Б. (2014) Математическая модель для расчета коэффициента сцепления от проскальзывания с использованием нормальных и касательных распределенных нагрузок по длине пятна контакта эластичной шины с дорогой и беговым барабаном диагностического стенда. Вестник ИргТУ 10, 169-172.

55. Gruber P., Sharp R. S., Crocombe A. D. (2012) Normal and shear forces in the contact patch of a braked racing tyre Part 1: Results from a Finite Element model Vehicle System Dynamics: international journal of vehicle mechanics and mobility, 50(2), 323-337. <http://dx.doi.org/10.1080/00423114.2011.586428>.

56. Jaime A. Hernandez, Angeli Gamez, Maryam Shakiba, Imad L. Al-Qadi. (2015) Numerical prediction of three-dimensional tire-pavement contact stresses :

Research Report, Illinois.

57. Guiggiani M. (2014) The Science of Vehicle Dynamics : Mechanics of the Wheel with Tire. Springer : Dordrecht, 7-45. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-8533-4_2)

017-8533-4_2.

58. Леонтьев Д. М., Рижих Л. О., Бикадоров О. В. и др. (2010) Методи розрахунку коефіцієнту зчеплення, що реалізується при коченні колеса в гальмівному режимі. Автомобільний транспорт, 27, 7-12.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України