ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Дослідження дорожньої безпеки автомобільного транспорту в зимовий період у ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький»

Виконав:
магістрант групи АТ-21М _____ Ігор ТРАЧ
(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Консультант:
к.т.н, доцент _____ _____ Олег БЕВЗ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:
к.т.н, доцент _____ _____ Олег БЕВЗ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:
к.т.н, доцент _____ _____ Сергій МАГОПЕЦЬ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022 р.

Рецензент:

_____, _____ _____ _____
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 202_ р.

Кропивницький – 2022 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень вищої освіти
Галузь знань: 27 «Транспорт»
Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»
Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт машин»

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Трача Ігоря Дмитровича
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Дослідження дорожньої безпеки автомобільного транспорту в зимовий період у ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький»
керівник роботи Бевз Олег Вікторович, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові) (науковий ступінь) (вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» серпня 2022 року № 29-13
2. Строк подання здобувачем роботи « 30 » листопада 2022 р.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали науково-дослідної практики. 2. Динаміка гальмування автомобіля. 3. Теорія руху автомобіля на різних покриттях.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Розділ 1. 1. Характеристика виробничої структури ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький 2. Структура автогосподарства підприємства. 3. Диспетчерське керівництво перевезеннями. 4. Аналіз роботи автогосподарства підприємства та обґрунтування теми магістерської роботи
Розділ 2. 1 Забезпечення дорожньої безпеки автомобільного транспорту в зимовий період. 2. Аналіз природно-кліматичних умов району експлуатації. 3. Основні заходи що до утримання доріг в зимовий період. 4. Вплив стану дорожнього покриття на аварійність на дорозі параметрів шини на вибіг автомобіля.
Розділ 3. 1. Розробка математичної моделі для оцінки коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям. 2. Розробка моделі для оцінки траєкторії руху автомобіля при гальмуванні.

Розділ 4. 1. Експериментальні дослідження впливу дорожнього покриття в зимовий період на гальмівний шлях і безпеку транспортного засобу. 2. Вплив солі в посипаючому матеріалі на навколишнє середовище. 3. Оцінка економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху в зимовий період. 4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях з транспортним засобом зношування автомобілів.

5. Перелік ілюстративного матеріалу.

1. Актуальність теми та задачі дослідження (А1).
2. Основні заходи що до утримання доріг в зимовий період (А1).
3. Вплив стану дорожнього покриття на аварійність на дорозі (А1).
4. Математична модель оцінки коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям (А1).
5. Дослідження впливу дорожнього покриття в зимовий період на гальмівний шлях (А1).
6. Результати випробовування зимових шин на полігоні (А1).
7. Результати випробовування шипованих шин на полігоні (А1)

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування напрямку наукових досліджень	25.09.2022	
2	Аналіз безпеки транспорту в зимовий період	15.10.2022	
3	Розробка моделей оцінки коефіцієнта зчеплення та траєкторії руху автомобіля	07.11.2022	
4	Експериментальні дослідження дорожнього покриття в зимовий період	26.11.2022	
5	Графічний матеріал	28.11.2022	

Магістрант _____ Трач І.Д
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Бевз О.В
(підпис) (ім’я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Ефективність автомобільного транспорту значною мірою залежить від технічного рівня та стану дорожнього покриття. Погані технічні умови дорожнього покриття в зимовий період знижують продуктивність і безпеку дорожнього руху, а також збільшують транспортні витрати. Це необхідно для забезпечення в період снігопадів, ожеледиці, інших несприятливих погодних умов першочергового виконання обробки посипальними матеріалами дорожнього покриття із складними умовами руху.

В першому розділі приведена характеристика роботи товариства з обмеженою відповідальністю «АГРОСПЕЦСЕРВІС» та обґрунтовано тему магістерської роботи та її актуальність.

В другому розділі визначена мета, об’єкт і предмет дослідження та наукова новизна. Проведений аналіз природно-кліматичних умов району дослідження та описаний вплив дорожнього покриття на аварійність в зимовий період на дорозі.

Третій розділ містить розробку математичної моделі для оцінки коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям, а також розроблена модель для оцінки траєкторії руху автомобіля при гальмуванні.

В четвертому розділі приведені експериментальні дослідження впливу дорожнього покриття в зимовий період на гальмівний шлях і безпеку транспортного засобу та проведена оцінка економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху в зимовий період.

Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і списку використаної літератури. Повний обсяг роботи складає 56 сторінок. Робота включає в себе 16 рисунків, 11 таблиць, 19 використаних літературних джерел.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ..... 6
ВСТУП. 7
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
1.1 Характеристика виробничої структури ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький 8
1.2 Структура автогосподарства підприємства 8
1.3 Диспетчерське керівництво перевезеннями 9
1.4 Аналіз роботи автогосподарства підприємства та обґрунтування теми магістерської роботи 10
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД
2.1 Забезпечення дорожньої безпеки автомобільного транспорту в зимовий період 14
2.2 Аналіз природно-кліматичних умов району експлуатації 15
2.3 Основні заходи що до утримання доріг в зимовий період..... 19
2.4 Вплив стану дорожнього покриття на аварійність на дорозі..... 26
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЯ
3.1 Розробка математичної моделі для оцінки коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям..... 28
3.2 Розробка моделі для оцінки траєкторії руху автомобіля при гальмуванні 31
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД
4.1 Експериментальні дослідження впливу дорожнього покриття в зимовий період на гальмівний шлях і безпеку транспортного засобу 39
4.2 Вплив солі в посипаючому матеріалі на навколишнє середовище 45
4.3 Оцінка економічної ефективності заходів з підвищення

безпеки руху в зимовий період 47
4.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях з транспортним засобом зношування автомобілів 52
ВИСНОВКИ 53
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БДР – безпека дорожнього руху.

КСР – курсова стійкість руху.

ДТП - дорожньо-транспортна пригода.

АНД – аварійно небезпечна дільниця.

ТЗ – транспортний засіб.

ЗППЗ ДР – засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху.

АТЗ – автотранспортний засіб.

ВНД – внутрішня норма доходності

ВСТУП

Ефективність автомобільного транспорту значною мірою залежить від технічного рівня та стану доріг. Погані технічні умови доріг знижують продуктивність і безпеку дорожнього руху, а також збільшують транспортні витрати.

Зимове утримання доріг — це не просто прибирання доріг від снігу, а й комплекс заходів, які проводяться дорожніми організаціями для забезпечення безперебійного та безпечного руху на дорогах взимку, наприклад, прибирання доріг від снігу, запобігання заметам, боротьбу із зимовою слизькістю, а також цілодобове чергування фахових працівників та техніки. Це необхідно для забезпечення в період снігопадів, ожеледиці, інших несприятливих погодних умов першочергового виконання обробки посипальними матеріалами проїзних частин із складними умовами руху.

Сучасні автомобільні дороги повинні забезпечувати безпеку руху шляхом врахування психофізіологічних можливостей сприйняття водієм дорожніх умов. Необхідно також посилити вимоги щодо свободи пересування на дорозі

Забезпечення ефективних засобів підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище – все це складне соціально-економічне та технічне завдання

Це вирішується шляхом будівництва нових доріг, реконструкції існуючих доріг, збільшення трафіку та експлуатаційних рівнів на існуючих мережах доріг.

При цьому необхідно мати на увазі, що транспортно-експлуатаційний рівень сучасної автомобільної дороги визначається не тільки сполученням геометричних елементів траси, кількістю смуг руху, станом проїзної частини та узбіч, але й утриманням даних доріг в відповідному стані.

РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Характеристика виробничої структури ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м.Кропивницький

Підприємство ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» знаходиться за адресою Україна, 25019, Кіровоградська область, м. Кропивницький, вулиця Івана Похитонова, 5. Основною діяльністю підприємства є торгівля сільськогосподарською технікою, автомобілями та запасними частинами. Також підприємство займається вирощуванням сільськогосподарських культур.

База автомобільного парку знаходиться в с. Обознівка Кіровоградського району. Підприємство було відкрито на базі колишнього ремонтно-транспортного підприємства. Підприємство знаходиться неподалік від обласного центру міста Кропивницького. До Кропивницького іде залізнична дорога що дає можливість збільшити територію збуту продукції.

В 2014 році проведена реорганізація роботи підприємства відповідно до умов, що склались на ринку автоперевезень. Проведена зміна структури рухомого парку автомобілів, здійснено ремонт рухомого складу. Внесено зміни в систему диспетчерського керування відділу експлуатації, що допомогло повністю забезпечити портфель замовлень на здійснення перевезень в залежності від сезонних коливань попиту та зміни кон’юнктури ринку. Забезпечення замовлень здійснюється за допомогою сучасних диспетчерських програм через спеціалізовані сайти системи Інтернет. На сьогоднішній день підприємство виконує автомобільні вантажоперевезення по Україні та в країни ближнього зарубіжжя.

1.2. Структура автогосподарства підприємства.

Робота автотранспортного господарства підприємства забезпечується функціонуванням різних служб та відділів, які входять до його складу.

Служба експлуатації займається організацією і виконанням перевезень вантажів та будівельних матеріалів у відповідності з встановленими планами і договорами. Дана служба керує і корегує роботу автомобілів які працюють на лінії, складає раціональні маршрути їх руху, здійснює диспетчерське керівництво під час роботи транспорту на маршрутах, ліквідує невиробничі простої і зменшує порожні пробіги автомобілів. Додатковою функцією служби експлуатації є організація праці водіїв та впровадження передових методів роботи.

До складу служби експлуатації входить група безпеки дорожнього руху (БДР), яка займається розробкою та здійсненням заходів по попередженню дорожньо-транспортних пригод (ДТП), медичним контролем водіїв перед виїздом на лінію та профілактичним оглядом автомобілів, що випускаються.

Очолює службу експлуатації заступник директора підприємства по експлуатації.

Технічна служба забезпечує технічну готовність рухомого складу до роботи на лінії своєчасним та якісним виконанням ТО, ПР та КР, а також належним зберіганням автомобілів та забезпеченням експлуатаційними матеріалами. Крім того технічна служба здійснює заходи по економії паливно-мастильних матеріалів, запасних частин та шин, впроваджує механізацію та автоматизацію у всі гаражні процеси. Керівником технічної служби є заступник директора по технічній частині, головний інженер підприємства. Технічна служба включає в себе наступні відділи: виробничо-технічний, гаражний, головного механіка, зон ТО і ПР, виробничі і гаражні дільниці.

Планово-економічний відділ займається плануванням виробничої роботи як підприємства в цілому, так і автогосподарства підприємства; виконує облік виконання плану по всіх видах перевезень.

1.3. Диспетчерське керівництво перевезеннями.

Служба експлуатації забезпечує вивчення вантажопотоків, заключає

договори, з'ясовує всі умови перевезень. Вона формує транспортну роботу на рік, квартал, місяць і кожний робочий день, вказуючи обсяг перевезень, характер вантажу, підготування фронту навантажувально-розвантажувальних робіт, напрям під'їзних шляхів тощо.

Реалізація добового плану робіт покладається на диспетчерську групу, яка складає оперативний добовий план перевезень, розробляє раціональні маршрути, безпосередньо керує роботою автомобілів на лінії та складає добовий звіт щодо виконання добового плану перевезень.

Зв'язок диспетчера з лінією здійснюється за допомогою селекторного зв'язку. При видачі путьового листа диспетчер коротко інформує водія про особливості роботи, що передбачається: про необхідність обережного керування автомобілем під час руху в складних погодних умовах; уточнює раціональний під'їзд до місця завантаження та місця вивантаження; зазначає засоби зв'язку тощо.

За умови, коли водій не зможе самостійно усунути несправність, що виникла під час руху на лінії, диспетчер висилає до нього на допомогу автомобіль технічної допомоги, з метою надання екстреної допомоги на місці аварії, або здійснення буксирування автомобіля до автогосподарства підприємства.

1.4. Аналіз роботи автогосподарства підприємства та обґрунтування теми магістерської роботи.

Одним із основних завдань магістерської роботи є розробка перспективних напрямів реорганізації виробничої структури підприємства з метою підвищення ефективності діяльності та підвищення рівня прибутку. Даний показник в основному залежить від коефіцієнта наявних виробничих потужностей підприємства, забезпеченості підприємства кваліфікованим виробничим персоналом, а також пропозицій з обслуговування та ремонту автомобілів.

Для вирішення основного завдання технічної експлуатації автомобільного транспорту необхідно вивчити закономірності зміни технічного стану автомобіля (вузлів, агрегатів, механізмів) під впливом різних факторів у процесі експлуатації. Знання цих законів є необхідним для розробки науково обґрунтованих методів і стандартів і їх ефективного використання для підтримки автомобілів у технічній досконалості, а також контролювати їх виконання.

Умови руху, в яких знаходиться автомобіль, впливають на роботу вузлів і деталей, прискорюючи або уповільнюючи зміни параметрів технічного стану. За різних умов експлуатації величина реалізації показника надійності автомобіля різна, що впливає на показник ефективності технічної експлуатації.

Збільшення кількості автомобілів, щільність транспортного потоку, недосвідченість пересічного водія призвели до збільшення кількості аварій на дорогах, пов’язаних із втратою стійкості автомобіля. Крім того, якщо не враховувати обтяжливі фактори, такі як звивисті гірські дороги та ожеледиця, то навіть на рівній трасі швидкість досить висока і можливі аварії. Причиною всіх подібних аварій є майже неконтрольоване зниження зчеплення шин автомобіля з дорожнім покриттям, яке навіть послаблюється в разі поздовжнього або бічного ковзання, тобто зносу коліс. Коли автомобіль іде юзом то ним важко керувати, і не кожен водій може позбутися від цього стану. Поздовжній занос або занос може призвести до втрати автомобілем поперечної стійкості.

За останні роки в Україні спостерігається тенденція до збільшення швидкість руху автомобілів та інтенсивності дорожнього руху. Проте, разом з цим, виразніше виявляються і деякі негативні тенденції автомобілізації, найбільш важливої з яких є значне число дорожньо-транспортних пригод (ДТП). На ДТП впливає безліч чинників – стан доріг, інтенсивність руху, освітленість, технічний стан автомобілів, психологічний стан водія, рівень його професійної підготовки і безліч інших. Серед них одне з найважливіших місць займає стан дорожнього покриття. Зменшення зчеплення колеса з дорогою

унаслідок наявності на ній ущільненого снігу або льоду призводить до збільшення гальмівного шляху і безпечного радіусу повороту в 3-9 разів. Снігові замети уподовж дороги знижують видимість і можуть зменшувати використовувану ширину проїжджої частини дороги. Крім того, наявність колій, вибоїн, ямочності і інших нерівностей на дорогах, покритих сніговим або крижаним накатом, може привести до втрати водієм контролю над траєкторією руху і керованістю автомобіля.

За даними Національної поліції близько 20 % аварій відбувається унаслідок несприятливих дорожніх умов і з них більше 70 % (15 % від загального числа ДТП) стаються на засніженому дорожньому покритті, 5 % на дорожніх покриттях частково покритих снігом або льодом і 1 % на покритті, які по інших причинах були слизькими.

Мета зимового стану доріг полягає в забезпеченні пропускної спроможності автомобільних доріг, а також в зниженні кількості ДТП за рахунок поліпшення умови зчеплення шин коліс автомобіля з дорожнім покриттям. Роботи по зимовому стану доріг надзвичайно трудомісткі. Проте відсутність методики оцінки впливу дорожніх умов на безпеку дорожнього руху не дозволяє ні оцінити ефективність використання даних засобів, ні намітити шляхи зниження аварійності на дорогах.

Основні труднощі зимового прибирання пов'язані з метаморфізмом снігу, тобто здатністю змінювати свої властивості за досить короткий проміжок часу під дією як кліматичних умов, так і в результаті руху транспортних засобів і пішоходів. Під впливом вище перерахованих чинників сніг, що знаходиться на поверхні, що очищається, швидко ущільнюється, а потім перетворюється на снігово-крижаний накат, міцність якого, у поєднанні з міцністю прошарків льоду, що утворилися, вище за звичайний сніг в 20-30 разів. Окрім ущільнення снігу на дорогах під дією рушіїв транспортних засобів, має місце і зворотний процес – його швидке руйнування. Залежно від швидкості перебігу обох процесів, коефіцієнт зчеплення колеса з поверхнею дороги або

зменшуватиметься, або збільшуватиметься, у відповідність з чим на різних дорогах керованість транспортних засобів буде різною.

Дані про дорожньо-транспортні пригоди через снігові накати, ожеледицю та слизьке покриття, приведені в таблиці 1.1 за три роки (2018-2020 р) за даними Національної поліції України.

Таблиця 1.1 – Розподіл ДТП за умов незадовільного утримання доріг загального користування України, а саме, через снігові накати, ожеледицю та слизьке покриття за 2018-2020 роки.

Умова незадовільного утримання автомобільних доріг	ДТП всього (шт.)	ДТП з потерпілими (шт.)	Загинуло (осіб)	Поранено (осіб)
2018 рік				
Слизьке покриття	2386	906	114	1366
Сніг	474	124	102	248
Снігові накати	538	202	50	286
Ожеледиця	656	214	66	376
Всього	4054	1446	332	2276
2019 рік				
Слизьке покриття	2476	822	246	1408
Сніг	164	44	18	102
Снігові накати	1126	342	130	654
Ожеледиця	1574	428	174	972
Всього	5340	1636	568	3136
2020 рік				
Слизьке покриття	4038	1304	186	2548
Сніг	446	144	28	274
Снігові накати	1284	364	88	832
Ожеледиця	1904	656	146	1102
Всього	7672	2468	448	4756
Всього за 3 роки	***17066***	***5550***	***1294***	***10168***

Із сказаного випливає, що тема магістерської роботи: «Дослідження дорожньої безпеки автомобільного транспорту в зимовий період у ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький» безсумнівно є своєчасною і актуальною.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД.

2.1. Забезпечення дорожньої безпеки автомобільного транспорту в зимовий період.

За останні роки в Україні спостерігається тенденція до збільшення швидкість руху автомобілів та інтенсивності дорожнього руху. Проте, разом з цим, виразніше виявляються і деякі негативні тенденції автомобілізації, найбільш важливої з яких є значне число дорожньо-транспортних пригод (ДТП). На ДТП впливає безліч чинників – стан доріг, інтенсивність руху, освітленість, технічний стан автомобілів, психологічний стан водія, рівень його професійної підготовки і безліч інших. Серед них одне з найважливіших місць займає стан дорожнього покриття. Зменшення зчеплення колеса з дорогою унаслідок наявності на ній ущільненого снігу або льоду призводить до збільшення гальмівного шляху і безпечного радіусу повороту в 3-9 разів. Снігові замети уподовж дороги знижують видимість і можуть зменшувати використовувану ширину проїжджої частини дороги. Крім того, наявність колій, вибоїн, ямочності і інших нерівностей на дорогах, покритих сніговим або крижаним накатом, може привести до втрати водієм контролю над траєкторією руху і керованістю автомобіля.

За даними Національної поліції України близько 20 % аварій відбувається унаслідок несприятливих дорожніх умов і з них більше 70 % (15 % від загального числа ДТП) стаються на засніженому дорожньому покритті, 5 % на дорожніх покриттях частково покритих снігом або льодом і 1 % на покритті, які по інших причинах були слизькими.

Мета зимового стану доріг полягає в забезпеченні пропускної спроможності автомобільних доріг, а також в зниженні кількості ДТП за рахунок поліпшення умови зчеплення шин коліс автомобіля з дорожнім покриттям. Роботи по зимовому стану доріг надзвичайно трудомісткі. Проте відсутність методики оцінки впливу дорожніх умов на безпеку дорожнього

руху не дозволяє ні оцінити ефективність використання даних засобів, ні намітити шляхи зниження аварійності на дорогах [2].

Основні труднощі зимового прибирання пов'язані з метаморфізмом снігу, тобто здатністю змінювати свої властивості за досить короткий проміжок часу під дією як кліматичних умов, так і в результаті руху транспортних засобів і пішоходів. Під впливом вище перерахованих чинників сніг, що знаходиться на поверхні, що очищається, швидко ущільнюється, а потім перетворюється на снігово-крижаний накат, міцність якого, у поєднанні з міцністю прошарків льоду, що утворилися, вище за звичайний сніг в 20-30 разів. Окрім ущільнення снігу на дорогах під дією рушіїв транспортних засобів, має місце і зворотний процес – його швидке руйнування. Залежно від швидкості перебігу обох процесів, коефіцієнт зчеплення колеса з поверхнею дороги або зменшуватиметься, або збільшуватиметься, у відповідність з чим на різних дорогах керованість транспортних засобів буде різною.

Метою роботи є дослідження коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям в зимовий період.

Об’єкт дослідження процес гальмування шини в зимовий період на різному дорожньому покритті.

Предмет дослідження безпека дорожнього руху на автомобільних дорогах в зимовий період.

Наукова новизна. За допомогою розробленої моделі для оцінки траєкторії руху автомобіля при гальмуванні на різному дорожньому покритті було визначено гальмівний шлях транспортного засобу.

Практична цінність роботи полягає в визначенні гальмівного шляху на дорожньому покритті в зимовий період з використанням різних марок шин.

2.2. Аналіз природно-кліматичних умов району експлуатації.

Кіровоградська область розташована в центральній частині України, в межиріччі Дніпра і Південного Бугу. Площа - 24,6 тис. кв. км що становить 4,1

% всієї території України. Протяжність області з півночі на південь складає майже 148 км, із заходу на схід - 335 км.

Вона межує з такими областями України: на півночі - з Черкаською, на північному сході - з Полтавською, на сході та південному сході - з Дніпропетровською, на півдні - з Миколаївською, південному заході - з Одеською, заході - з Вінницькою. Практично вся територія області розташована на правому березі Дніпра.

В складі області 4 адміністративних райони. На її території розташовані 4 міста обласного підпорядкування. Одним з таких районів є – Кропивницький.

Він розташований у південній частині Придніпровської височини, на межі лісостепової та степової зони на вододілі басейнів Інгулу, Інгульця й Тясмину.

Через Кропивницький район проходять такі автомобільні дороги як:

- Н14 національного значення Олександрівка – Кропивницький – Миколаївська область довжиною 155,0 км.;
- Н23 національного значення Кропивницький – Новгородка Дніпропетровська область довжиною 86,0 км.;
- М13 міжнародного значення Кропивницький – Миколаївська область довжиною 87,0 км.;
- Т1201 територіальна дорога Кропивницький – Новомиргород довжина 51,7 км.;
- Т1205 територіальна дорога Кропивницький – Олександрія довжина 59,3 км.;
- Т1221 територіальна дорога Кропивницький – Рівне довжина 45,0 км.

Клімат Кропивницького району помірно-континентальний з такими показниками табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Клімат Кропивницького району

Показник	Січ	Лют	Бер	Квіт	Трав	Черв	Лип	Серп	Вер	Жов	Лис	Груд	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Середній максимум, °С	-2	-1	3	13	20	23	25	24	19	12	5	0	11
Середня температура, °С	-5,7	-4,3	0,5	8,9	15,3	18,6	20	19,4	14,7	8,1	2,3	-2,3	8,0

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Середній мінімум, °С	-8	-6	-2	5	10	13	15	14	10	4	0	-4	5
Норма опадів, мм	32	31	27	36	45	66	72	48	38	27	35	57	499
Середня висота снігового покрову, мм	200	300	100	0	0	0	0	0	0	0	10	100	142
Число днів з хуртовинами	4	4	3	0,2	0	0	0	0	0	0	0,3	3	14,5

За даними Національної поліції на автомобільних шляхах Кіровоградської області в зимовий період 2018-2020 року сталося 268 дорожньо-транспортних пригод з різними наслідками не говорячи про занос і з’їзд автомобілів в кювет без отримання травм і пошкоджень людей.

Згідно статистики слизькі дороги є однією з головних причин автотранспортних аварій і катастроф. До 30 % аварій на автомобільному транспорті в зимовий період обумовлено явищами ожеледі. На більшій частині території України тривалість цього періоду складає від 5 до 50 днів. Ожеледдю називають утворення шару льоду на поверхні дорожнього покриття. Ожеледь утворюється в результаті випадання дощу або мряки при температурі повітря (+3°С) на покриття з від’ємною температурою. У 95 % випадків поява ожеледі відбувається при температурі повітря, що наближається до 0°С, і відносній вологості повітря від 80 до 100 %. При виникненні ковзання коефіцієнт зчеплення шин з поверхнею дороги зменшується до 0,08-0,15, що призводить до різкого зниження безпеки руху.

Низький коефіцієнт зчеплення призводить до збільшення гальмівного шляху. В більшості випадків водії транспортних засобів не знижують швидкість на слизькому покритті, аби мати такий же гальмівний шлях, як і на чистому сухому покритті. Саме з цієї причини, зокрема, міра ризику на покритій снігом або льодом проїжджій частині вища, ніж на чистому сухому покритті. Різні дослідження показали наступні відносні рівні ризику за різних умов дорожнього покриття, що наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Рівні ризику відносно стану дорожнього покриття

Стан дорожнього покриття	Відносний рівень ризику
Сухе чисте покриття	1,0
Вологе чисте покриття	1,3
Брудне покриття	1,5
Твердий сніг на покритті	2,5
Покрите снігом і льодом дорожнє покриття	4,4

Міра ризику попасти в ДТП на повністю або частково покритому снігом або льодом дорожньому покритті в 1,5 і 4,5 разів вище, ніж на чистому сухому покритті. В період 2018-2020 року близько 14 % всіх ДТП з травмами, зареєстрованих Національною поліцією сталися на покритій снігом і льодом проїжджій частині, 5 % на дорожньому покритті, частково покритому снігом або льодом і 1 % на покритті, яке по інших причинах було слизьким.

Статистика ДТП в зимовий період на дорогах України за останні 3 роки представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Кількість ДТП в Україні за останні 3 роки в тисячах

Рік	Кількість ДТП, зима/всього	Кількість ДТП з постраждалими, зима/всього	Кількість загиблих в ДТП, зима/всього	Кількість травмованих в ДТП, зима/всього
2018	2,027/150,12	1,446/24,294	0,332/3,35	2,276/30,884
2019	2,67/160,675	1,636/26,052	0,568/3,454	3,136/32,736
2020	3,836/168,07	2,468/26,14	0,448/3,541	4,756/31,974

Висота і стан снігового покриву на дорозі також створюють небезпеку для транспорту. Сніговий покрив на території України зберігається приблизно 93 дні. Наявність снігу на проїжджій частині вже з висотою в 3-5 см викликає необхідність зниження швидкості руху автомобілів, а при висоті понад 25 см рух стає неможливим. Ущільнення снігу колесами рухомих автомобілів наводить до створення снігового накату із слизькою поверхнею.

На практиці зустрічаються різні види наземного обмерзання, серед яких можна виділити три основні групи. До першої групи відноситься обмерзання, що утворюється в результаті переходу (сублімації) пари в лід, минувши рідкий стан. Воно може бути інеєм, твердим (кристалічний) нальотом і кристалічною паморозззю. Іній виникає в ясну тиху погоду у вигляді тонкого шару крижаних

кристалів на поверхні предметів, що створюють сильне теплове випромінювання вночі і що охолоджуються при цьому до температур нижче 0°С. Твердий (кристалічний) наліт товщиною в декілька міліметрів з'являється при потеплініях, коли предмети зберігають мінусову температуру в порівнянні з масами теплого повітря. Кристалічна паморозь утворюється в тиху погоду при лютому морозі у вигляді рихлих снігоутворюючих кристалів льоду унаслідок пересичення повітря водяною парою. Значно міцнішими є крижані відкладення другої групи, які обумовлені присутністю в атмосфері переохолодженої води у вигляді крапель дощу, туману або мряки. Міцні утворення представляють також наземні обмерзання третьої групи.

У негоду звична обстановка на дорозі інколи дуже різко міняється. Ще вчора було сухе і ясно, а вранці видимість майже «нульова», і водій може просто не побачити людину на дорозі або замітить його надто пізно.

Дорога стає особливо небезпечною під час першого снігопаду, коли на проїжджій частині з'являється утрамбований сніг і перший лід. В цей час різко збільшується число наїздів на пішоходів, тому що водії і пішоходи ще не встигли пристосуватися до умов руху, які змінилися.

Мета зимового стану доріг полягає в тому, аби понизити кількість ДТП взимку за рахунок видалення снігу і льоду з дорожнього покриття і тим самим поліпшення умов зчеплення шин коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

2.3. Основні заходи що до утримання доріг в зимовий період.

Найбільш важливими заходами по утриманню доріг в належному стані в зимовий період є прибирання снігу та обробіток дорожнього покриття піском і сіллю.

Дороги загального користування діляться на класи зимового вмісту в залежності від інтенсивності руху на них. Найбільш суворі вимоги по утриманню доріг в зимовий період висувають до доріг з найбільш інтенсивним рухом. Прибирання снігу повинне здійснюватися тоді, коли випаде мінімум 2-6

см сухого снігу або 2-5 см мокрого снігу. Максимальна допустима висота снігового покрову перед прибиранням повинна складати 5-12 см. Під час снігопаду сніг повинен прибиратися постійно з тим, щоб не перевищувати вказані граничні величини. Якщо сніг випадає в нічний час, то вулицях (ділянка дороги) мають бути прибрані до 6.00 години ранку.

На дорогах, які схильні до утворення завірюх, на середині проїжджої частини допустиме утворення заносів висотою 8-15 см. До таких відноситься дорога національного значення Олександрівка – Кропивницький – Миколаївська область. Ділянка дороги біля Кропивницького (окружна дорога) довжина 12,2 км схильна до утворення заметів і сильної ожеледиці, так як з однієї сторони шляху зелені насадження а з іншої відкрита місцевість. Ділянка дороги Кропивницький – Новгородка біля села Бережинка в сторону Новгородки довжина 4,2 км схильна до утворення заметів і сильної ожеледиці, так як з однієї сторони шляху зелені насадження а з іншої відкрита місцевість. На даних відрізках рівень ризику заносу транспортного засобу складає 3,8. Ділянка дороги Кропивницький – Новомиргород починаючи з 25 кілометра і до 27 схильна до утворення заметів так як оточена з обох боків лісопосадкою. На даному відрізку рівень ризику заносу транспортного засобу складає 4,1. Ділянка дороги Кропивницький – Бобринець починаючи з 93 кілометра і до 98 схильна до утворення сильної ожеледиці, так як дорога продувається в різні боки.

Дані кількості ДТП на цих ділянках доріг приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Дані кількості дорожньо-транспортних пригод на цих ділянках за 2018-2020 рік (з середини листопада по лютий включно)

Ділянка дороги	Кількість дорожніх пригод по місяцях			
	листопад	грудень	січень	лютий
1	2	3	4	5
Окружна дорога Кропивницького	6	14	19	24
Кропивницький - Бережинка	11	8	12	18
Кропивницький - Новомиргород	6	11	15	14

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Кропивницький - Бобринець	5	7	5	11

Найбільше дорожніх пригод стається на поворотах і особливо з автомобілями які мають задній привід.

При русі задньопривідного автомобіля на слизькій дорозі (особливо під дією великої тягової сили) з високою швидкістю, при розгоні або на повороті задні колеса раз у раз намагаються піти убік. Це викликане дією випадкових бічних сил, що виникають через нерівності дороги, відцентрових сил на повороті, відмінностей покриття або від недбалого керування кермом. Задні колеса, будучи навантаженими крутним моментом, гірше пручаються впливу бічних сил для збереження обраного напрямку водій повинен поворотами керма перешкоджати розвитку заносу, а якщо цих коригувальних дій недостатньо, то знижувати швидкість. Задньопривідний автомобіль постійно тримає водія в напрузі через тенденцію до заносу задніх коліс, що обумовлено конструкцією автомобіля.

При русі на повороті слизької дороги педаллю керування дроселем, кермовим колесом і гальмами слід користуватися особливо плавно, без ривків. При виконанні, наприклад, лівого повороту (рис. 2.1) краще наблизитися до осьової лінії (у межах смуги руху, контролюючи траєкторію руху зустрічного автомобіля), щоб залишити запас праворуч від себе на випадок бічного ковзання або заносу.

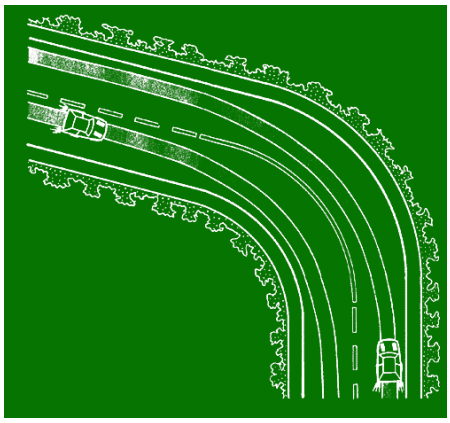


Рисунок 2.1 – Небезпечні зони при поворотах на слизькій дорозі (заштриховані)

У процесі проходження повороту необхідно постійно спостерігати, як автомобіль реагує на повороти кермового колеса. Якщо автомобіль «веде» вправо, можна трохи збільшити подачу палива - це зменшить знос автомобіля вправо.

При виконанні правого повороту на слизькій дорозі (див. рис. 2.1) краще починати входити в поворот від осьової лінії, щоб при проходженні самої небезпечної ділянки - середини повороту - бути якнайближче до правої сторони проїзної частини. Правий поворот особливо небезпечний тим, що автомобіль у випадку заносу може виїхати на зустрічну смугу руху й зіштовхнутися із зустрічним автомобілем.

Розглянемо схему керування задньопривідного автомобіля при заносі на слизькій дорозі, на прикладі дороги Кропивницький – Новомиргород починаючи з 25 кілометра (рис. 2.2).

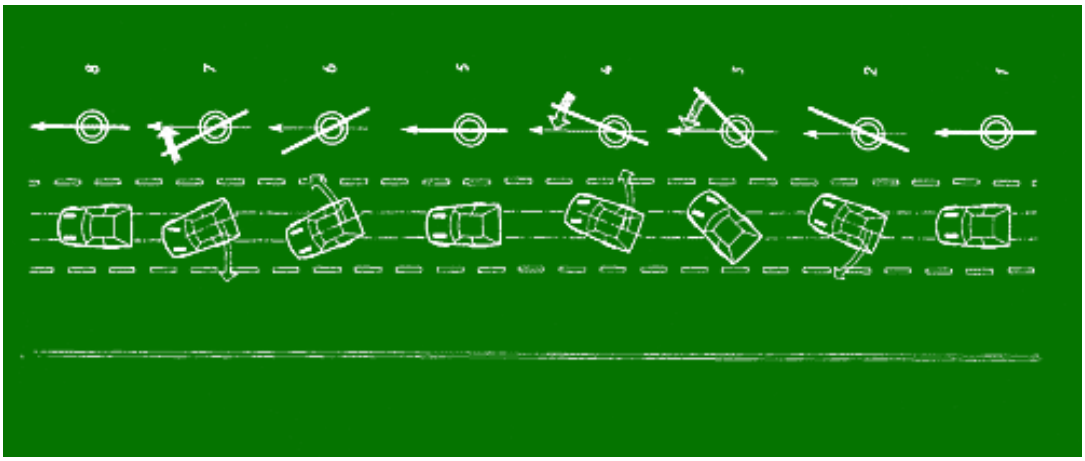


Рисунок 2.2 – Керування задньопривідним автомобілем при заносі на слизькій дорозі

При русі в прямолінійному напрямку (1) задню частину автомобіля починає затягати вліво (2), і він як би намагається розвернутися поперек дороги (5). У цьому випадку не слід вижимати зчеплення й гальмувати, а треба не різко трохи зменшити подачу палива, знизити швидкість і м'яко й чітко повертати кермове колесо вліво (4). Автомобіль під дією трохи зменшеної тягової сили на привідних задніх колесах і при розгальмованих передніх керованих колесах повернеться до початкового напрямку руху (5). При цьому необхідно кермовим

колесом вирівняти траєкторію, якщо попередній поворот кермового колеса виявиться надмірним. Якщо кермове колесо повернене занадто різко й надмірно, то автомобіль може занести в протилежну сторону (6). У цьому випадку занос запобігає аналогічним прийманням повороту кермового колеса вправо (7) і наступним виходом на прямолінійний рух (8).

Розглядаючи особливості керування передньопривідним автомобілем в умовах заносу, слід зазначити, що зовнішній прояв цього явища, що відчувається водієм, таке ж, як і у водія задньоривідного автомобіля. Однак виводження автомобіля із заносу на задану траєкторію руху принципово відрізняються, і незнання цих відмінностей може привести до непередбачених наслідків. Ці особливості обумовлені наявністю тягового зусилля на передніх керованих колесах, на яку приходиться загальна маса автомобіля.

При русі по прямій передньопривідний автомобіль не має ні якої тенденції до заносу, навіть на дуже слизькій дорозі. Такий автомобіль можна порівняти з пущеною з лука стрілою, що має важкий наконечник. І дійсно, важкий перед і наявність тягової сили на передніх колесах створюють у водія відчуття надійного стабільного руху автомобіля на дорозі. Вони дозволяють рухатися по слизькій дорозі в прямолінійному напрямку на високій швидкості, навіть без «підрулювання» для корекції руху за курсом. У результаті цього у водія може притупитися пильність. Тому він повинен вибирати швидкість, орієнтуючись не на суб'єктивні відчуття, а на показання спідометра: несподівана зміна дорожньої ситуації може зажадати різкого маневру, який на слизькій дорозі при високій швидкості виявиться нездійсненним.

Якщо водій передньопривідного автомобіля на слизькій дорозі при заносі на повороті різко зменшить подачу палива (як повинно бути для задньопривідного автомобіля), то ще більше збільшить занос (рис. 2.3), тому що прикладе до передніх керованих коліс гальмівний момент від двигуна, а задні колеса, у яких уже немає контакту з дорогою, змістяться вбік, і під дією сил інерції «некерований» автомобіль буде рухатися прямо з можливим збільшенням заносу або навіть із розворотом. Крім того, при гальмуванні

двигуном відбудеться «клевок» (перерозподіл мас), який також розвантажить задні колеса, у той час як їм для відновлення зчеплення з дорогою саме потрібна додаткове навантаження.

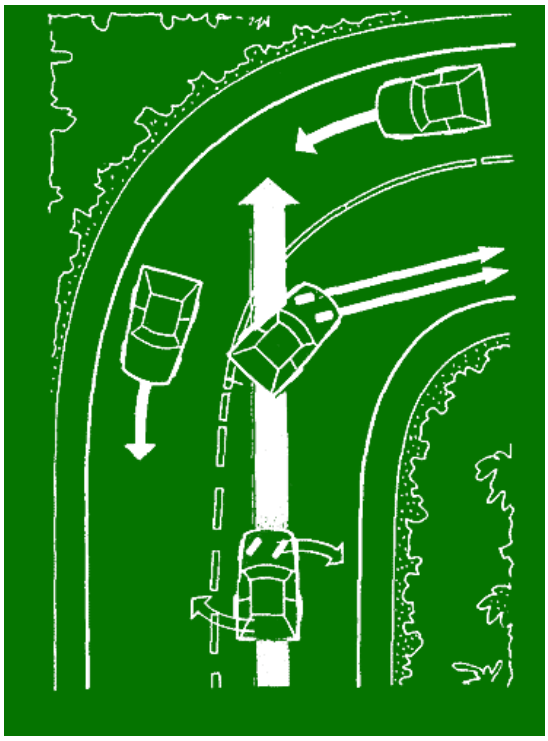


Рисунок 2.3 – Схема заносу передньопривідного автомобіля на слизькій дорозі

При заносі передньопривідного автомобіля водій повинен повернути кермове колесо убік заносу так само, як на задньопривідному автомобілі, але в жодному разі не зменшуючи швидкості. На передньопривідному автомобілі зменшувати подачу палива треба до повороту. Якщо занос був занадто великий, то необхідно одночасно додатково збільшити подачу палива, тому що в цьому випадку ведучі колеса будуть витягати автомобіль із заносу. Приймання виведення передньопривідного автомобіля із заносу шляхом збільшення подачі палива можна використовувати й самостійно, тому що передні ведучі колеса витягнуть автомобіль у напрямку руху. При цьому немає необхідності в коригувальних діях кермовим колесом.

Із цього випливає головне правило проходження повороту на автомобілі з переднім приводом: понизити швидкість до повороту, увійшовши в поворот, рухатися з постійною швидкістю, а якщо можливо, то й з невеликим її

збільшенням. Однак збільшення швидкості в повороті й при вході в нього може викликати пробуксовку передніх коліс. Як тільки вони втратять зчеплення з дорогою, то перестануть направляти автомобіль, і він, ставши некерованим, буде рухатися по більш пологій, чим необхідно, кривій - наступає знос. Збільшення кута повороту кермового колеса в цій ситуації нічого не дає. Для відновлення зчеплення коліс із дорогою й повернення автомобіля до руху в заданому йому напрямку необхідно плавно трохи зменшити подачу палива до відновлення зчеплення ведучих коліс з дорогою.

Тому дорожня служба повинна постійно моніторити якість дорожнього покриття і при коефіцієнті зчеплення нижче 0,25 починати посипання дороги піском або змішаним з сіллю піском на протязі 2-4 годин і постійно отримувати дані про стан дорожнього покриття.

Посипання дороги сіллю використовується як крайній захід, що перешкоджає прилипанню снігу до дорожнього покриття, перетворенню переохолодженого дощу в лід і його примерзанню до покриття, а також розтоплення тонкого шару льоду. Посипання дороги сіллю повинне здійснюватися тоді, коли за прогнозом погоди повинні настати такі погодні умови, які можуть викликати вказані проблеми. При посипанні дороги сіллю температура повітря і дорожнього покриття має бути біля 6 °С.

Розглянемо вплив на кількість ДТП нижченаведених заходів, які є частиною догляду за дорогами в зимовий період:

- прибирання снігу;
- посипання піском слизьких місць;
- посипання сіллю;
- підвищена готовність дорожньої служби до виконання догляду за дорогами;
- загальне підвищення стандарту по догляду за дорогами в зимовий період;
- установка снігозахисних затримувачів на ділянках дороги, що піддаються завірюхам.

2.4. Вплив стану дорожнього покриття на аварійність на дорозі.

Як вже згадувалося вище, заходи по догляду за дорогами приймаються або після того, як почнеться сніг (прибирання снігу, посипання піском), або після отримання прогнозу, відповідно до якого можуть настати такі погодні умови, які приведуть до зниження зчіпних якостей дорожнього покриття (превентивне посипання сіллю). В разі, якщо вказані заходи не приймаються, то, як правило, зниження коефіцієнта зчеплення призводить до збільшення кількості ДТП. В дослідженні шляхів в Кропивницькому районі було встановлено наступний розвиток ризику ДТП протягом доби на дорогах, де вивчався вплив заходів по догляду за дорогами в зимовий період (дорога Олександрівка - Кропивницький починаючи з 31 кілометра і до 38). рис. 2.4.

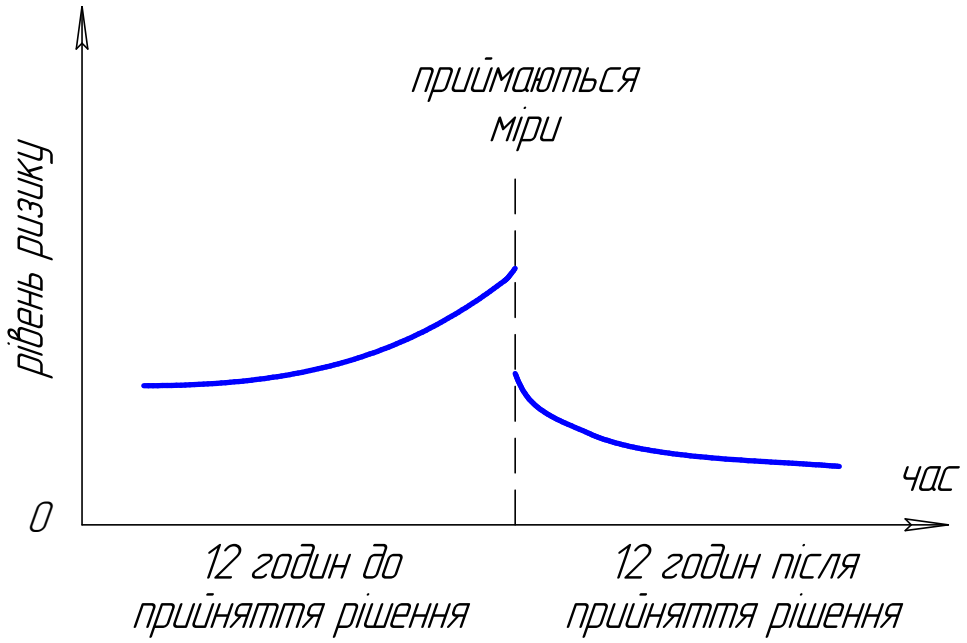


Рисунок 2.4 – Розвиток ризику ДТП до і після вживання заходів по зимовому утриманню доріг

У період до вживання заходів міра риски потрапити в ДТП різко збільшується, як наслідок по стану погіршених умов руху. Безпосередньо після вживання заходів ризик ДТП сильно знижується. Після цього міра ризику потрапити в ДТП поступово знижується приблизно до того рівня, який мав місце до настання поганих умов руху.

Із сказаного виходить, що вплив заходів по догляду за дорогами в зимовий період суттєво залежить від того періоду який розглядається. Максимальний вплив буває відразу після вживання заходів, але воно «розмивається», якщо розглядати довгий період. Вплив таких заходів протягом всього зимового періоду залежить від того, як часто випадають осадки або виникають такі погодні умови, які викликають необхідність вживання заходів і, на кінець, як швидко приймаються такі заходи. На дорогах міжнародного значення заходи щодо догляду за дорогами в зимовий період приймаються раніше ніж на дорогах регіонального значення.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЯ.

3.1. Розробка математичної моделі для оцінки коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Аналіз і відбір факторів, що впливають на коефіцієнт зчеплення.

Автомобільна дорога, окремі її елементи є найважливішими факторами, які визначають умови безпечного руху автомобілів та роботу автомобільного транспорту в цілому.

Широкі дослідження в області взаємодії автомобільного колеса з дорожнім покриттям ведуться в багатьох країнах світу. У вирішення цієї проблеми великий вклад внесли Є. А. Чудаков, М. А. Петров, В. А. Асторов, Е. Г. Подліх, А. Б Гредескул, А. М. Туренко, О. С. Федосов, М. А. Подригало, А. Шалламах, Б. Сабей, Д. Мур та інші. В результаті цих досліджень встановлено багато закономірностей, які відображають особливості взаємодії автомобіля з дорогою.

Одним з найважливіших факторів, що впливають на експлуатаційні властивості автомобілів, є коефіцієнт зчеплення автомобіля з дорожньою поверхнею. Він являє собою відношення максимальної дотичної реакції R_{max} в зоні контакту до нормальної реакції R_z (навантаження G_k), яка діє на колесо:

$$\varphi = \frac{R_{max}}{G_k}.$$

Високі значення коефіцієнта зчеплення (0,6–0,8) відповідають підвищеній надійності і безпеці руху автомобілів.

Аналіз багатолітніх досліджень різних фахівців [3, 4, 5, 6, 7], проведених у цьому напрямку, показує, що на величину коефіцієнта зчеплення чинять вплив не тільки характеристики покриття, але і властивості шин, конструкція автомобіля, погодні умови та інше.

Найвпливовішими з них є:

1. Тип дорожнього покриття (табл. 3.1).

2. Стан дорожнього покриття (табл. 3.1).

3. Тип шин (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям

Дорожнє покриття		Коефіцієнт зчеплення для шин		
Вид	Стан	високого тиску	низького тиску	високої прохідності
Асфальтобетон, бетон	Сухий	0,5-0,7	0,7-0,8	0,7-0,8
	Мокрий	0,35-0,45	0,45-0,55	0,5-0,6
	Покритий снігом	0,25-0,45	0,25-0,4	025-0,45
	Ожеледиця	0,08-0,15	0,1-0,2	0,05-0,1
Булижник, щебінь	Сухий	0,4-0,6	0,5-0,7	0,6-0,7
	Мокрий	0,3-0,4	0,4-0,5	0,4-0,55
Ґрунтова дорога	Суха	0,4-0,5	0,5-0,6	0,5-0,6
	Змочена	0,2-0,4	0,3-0,45	0,35-0,5
Пісок	Сухий	0,2-0,3	0,22-0,4	0,2-0,3
	Вологий	0,35-0,4	0,4-0,5	0,4-0,5
Сніг	Рихлий	0,2-0,3	0,2-0,4	0,2-0,4
	Втоптаний	0,15-0,2	0,2-0,25	0,3-0,5

4. Зношеність шин.

При зношенні шини більш ніж на 50 % інтенсивно зменшується коефіцієнт зчеплення φ_x, при повному зношенні рисунку протектора на мокрих дорогах з недостатньою шорсткістю коефіцієнт φ_x може знизитись до 0,2-0,15 (рис. 3.1).

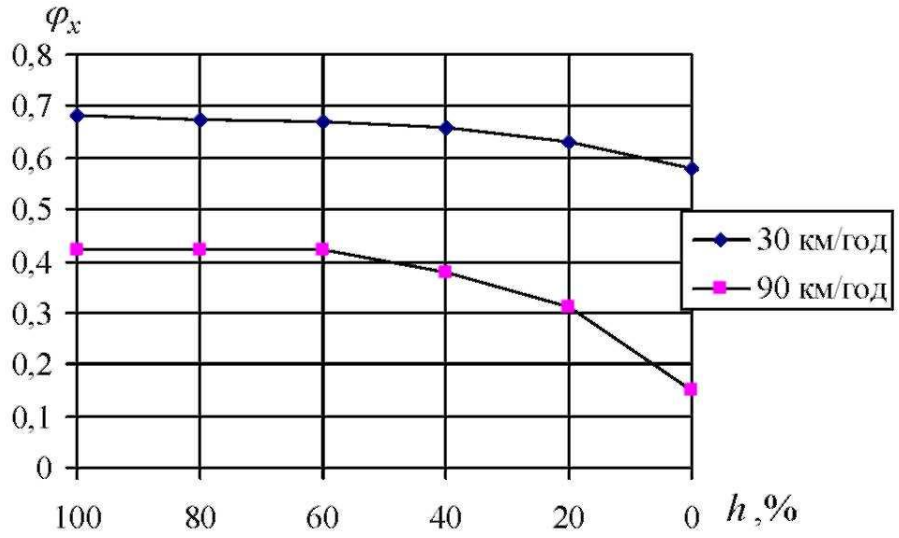


Рисунок 3.1 – Залежність коефіцієнта φ_x від висоти рисунка протектора при різних швидкостях руху.

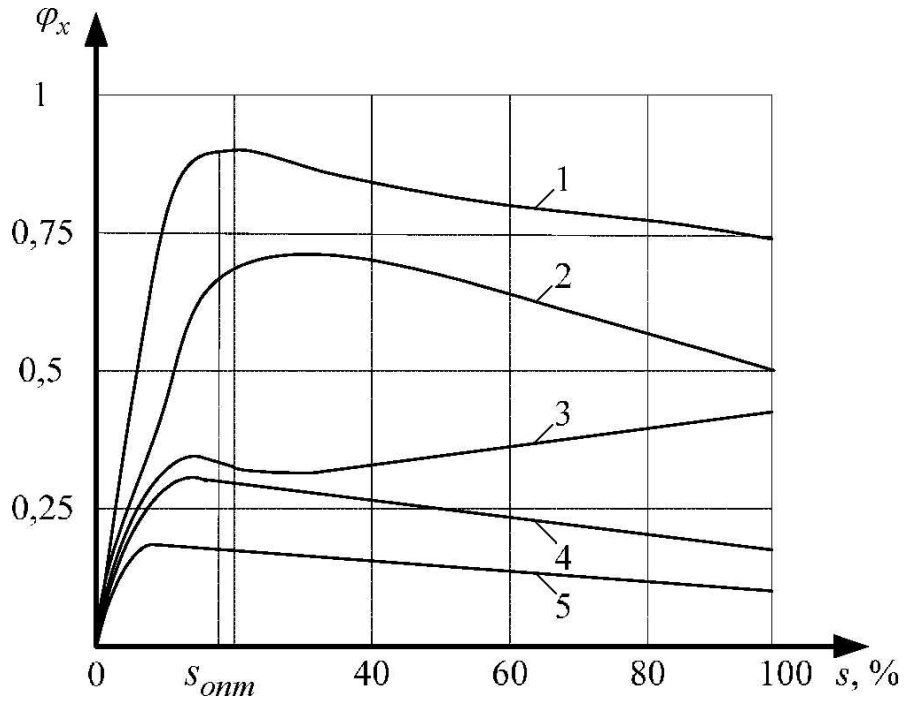
Правилами дорожнього руху України заборонена експлуатація автомобіля якщо остаточна висота рисунку протектора на площі, ширина якої дорівнює половині ширини бігової доріжки, а довжина дорівнює 1/6 кола шини, менше 1,6 мм – для легкових автомобілів, 2 мм – для автобусів, 1 мм – для вантажних автомобілів, причепів і напівпричепів.

5. Проковзування шин.

В загальному випадку:

$$\varphi_x = \frac{R_x}{R_z}.$$

Якщо $s<s_{опт}$ (рис. 3.2), то реакція R_x визначається тільки із значення моменту, який підводиться до колеса. Збільшення моменту призводить до збільшення R_x, s.



1 - сухий асфальт; 2 - вологий асфальт; 3 - неукочений сніг;
4 - укочений сніг; 5 - лід

Рисунок 3.2 – Залежності коефіцієнтів зчеплення від коефіцієнта відносного проковзування.

Якщо $s>s_{опт}$, то реакція R_x обмежується умовами зчеплення колеса з опорною поверхнею. Підведення до колеса більшого моменту призводить до

збільшення частоти обертання колеса, а R_x залишається незмінною (якщо s=const) або зменшується (якщо s зростає).

Максимального значення коефіцієнт зчеплення досягає на дорогах з твердим покриттям при проковзуванні $s_{опт}$ порядку 15-20 %. На дорогах з поверхнею, яка деформується, в залежності від їх властивостей коефіцієнт $\varphi_{x\,max}$ може бути при більших (до 50 %) значеннях проковзування.

3.2. Розробка моделі для оцінки траєкторії руху автомобіля при гальмуванні

3.2.1. Динаміка процесу гальмування.

Основними показниками ефективності гальмування автомобіля є сповільнення і шлях гальмування [5]. При цьому приймається, що автомобіль рухається прямолінійно і з постійним сповільненням.

Проте можна спостерігати криволінійну траєкторію руху автомобіля в процесі гальмування навіть з фіксованим в нейтральному положенні рульовим колесом. Це пояснюється тим, що при гальмуванні в силу різних конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів нерівномірно діють гальмові моменти на окремих колесах, в результаті чого з'являються різні за величиною поздовжні реакції і виникає момент, який повертає автомобіль в горизонтальній площині.

Рух автомобіля при цьому стає нестійким, виникає можливість його заносу.

Гальмування автомобіля в залежності від нерівномірної дії гальмових моментів і, в зв'язку з цим, різними величинами поздовжніх, бічних та нормальних реакцій на колесах, може відбуватись з різним сполученням заблокованих і незаблокованих коліс, оскільки в деяких випадках потужності гальмового привода не вистачає для їх блокування. Це суттєво впливає на характер перебігу процесу.

Процес гальмування двовісного автомобіля можна умовно розділити на дві стадії: динамічну і статичну.

В динамічній стадії відбувається зростання гальмових сил на колесах автомобіля від нуля до максимальних значень, які визначаються зчіпними якостями заблокованих коліс або найбільшим тиском робочого тіла в гальмовому приводі. Тривалість динамічної стадії залежить від конструкції привода, індивідуальних особливостей водія, зчіпних властивостей коліс з дорогою. При екстреному гальмуванні вона складає в середньому 0,5 с [4].

Для динамічної стадії гальмування двовісного автомобіля можливі п'ять фаз перебігу процесу: до моменту блокування одного з коліс; після блокування одного з коліс; після блокування двох коліс; після блокування трьох коліс; гальмування з усіма заблокованими колесами.

Статична стадія характеризує процес гальмування від моменту закінчення динамічної стадії до повної зупинки автомобіля.

В залежності від нерівномірності дії гальмових моментів, бокового зміщення центра мас автомобіля, зчіпних властивостей коліс з дорогою, початкової швидкості гальмування, зусилля, прикладеного водієм до важеля гальма, гальмування автомобіля в динамічній стадії може закінчитись з сполученням заблокованих коліс, характерним для будь-якої із фаз процесу. В статичній стадії автомобіль рухається з таким ж сполученням заблокованих коліс.

Закони зміни сил і моментів (рис. 3.3), що діють на автомобіль в статичній і в кожній фазі динамічної стадії процесу гальмування, суттєво відрізняються один від одного.

Положення автомобіля в просторі визначається рухом його центра мас (x; y) в нерухомій системі координат x, y, z і кутом розвороту поздовжньої осі γ (рис. 3.3). Для визначення цих параметрів необхідно скласти диференціальні рівняння руху в рухомій системі координат x_1, y_1, z_1, жорстко зв'язаній з автомобілем:

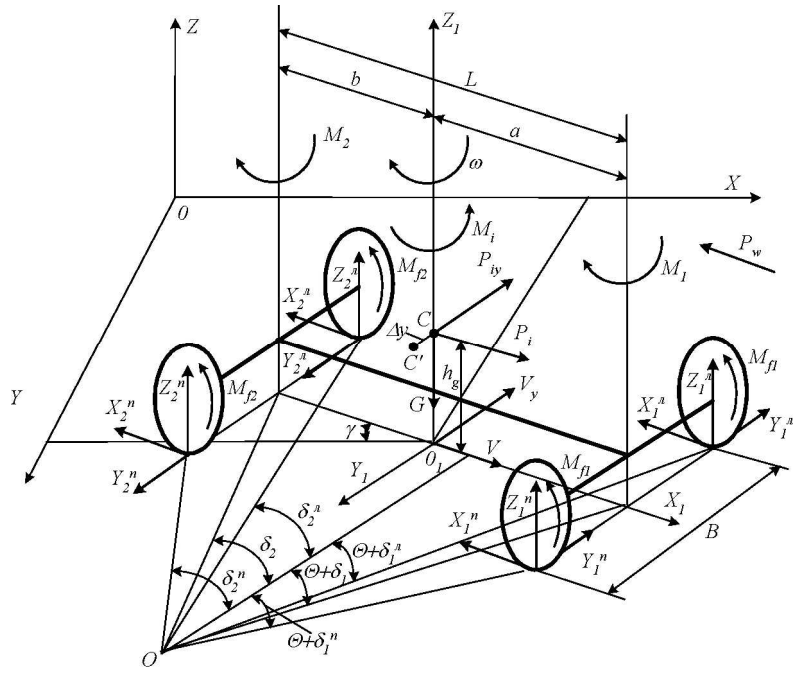


Рисунок 3.3 – Схема сил що діють на автомобіль при гальмуванні

$$
\begin{aligned}
&m_a j_x = -X_1 - X_2;\\
&m_a j_y = -Y_1 + Y_2;\\
&I_z\omega = M_1 + M_2 - Y_1 a - Y_2 b,
\end{aligned}
\tag{3.1}
$$

де m_a – маса автомобіля;

I_z – момент інерції автомобіля відносно вертикальної осі, яка проходить через його центр мас;

Δy – бічне зміщення центра мас автомобіля;

$$\left.\begin{aligned} X_1 &= X_1^{л} - X_1^{п};\\ X_2 &= X_2^{л} - X_2^{п} \end{aligned}\right\}$$ поздовжні реакції, що діють на осі автомобіля;

$$\left.\begin{aligned} Y_1 &= Y_1^{л} - Y_1^{п};\\ Y_2 &= Y_2^{л} - Y_2^{п} \end{aligned}\right\}$$ бічні реакції, що діють на осі автомобіля;

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= \left(\frac{B}{2} - \Delta y\right)X_1^{п} - \left(\frac{B}{2} + \Delta y\right)X_1^{л};\\ M_2 &= \left(\frac{B}{2} - \Delta y\right)X_2^{п} - \left(\frac{B}{2} + \Delta y\right)X_2^{л} \end{aligned}\right\}$$ моменти, що повертають автомобіль;

$$\left.\begin{aligned} j_x &= V + Yy\omega \\ j_y &= -V_y + V\omega \end{aligned}\right\}$$ прискорення центра мас автомобіля відповідно в напрямку осей x та y [13].

a – кутове прискорення автомобіля відносно осі z (ω – кутова швидкість автомобіля відносно осі z);

V і Vy – швидкість центра мас відповідно в напрямку повздовжньої осі автомобіля і в напрямку, перпендикулярному до неї;

a, b, B – конструктивні параметри автомобіля (індекси 1 і 2 позначають передню і задню осі, а індекси л і п – ліві та праві колеса).

3.2.2. Реакції, що діють на автомобіль при гальмуванні.

Для оцінки параметрів траєкторії руху автомобіля і розв'язання системи диференціальних рівнянь (3.1) необхідно визначити закони зміни сил і моментів, що діють на автомобіль в процесі гальмування.

Для неблокованих коліс можна записати такі вирази поздовжніх реакцій:

$$X_1^{л} = \frac{M_{г1}^{л}}{r_к};\ X_1^{п} = \frac{M_{г1}^{п}}{r_к}; \tag{3.2}$$

$$X_1^{л} = \frac{M_{г1}^{л}}{r_к};\ X_1^{п} = \frac{M_{г1}^{п}}{r_к}. \tag{3.3}$$

Величини бокових реакцій Y на неблокованих колесах автомобіля можна визначити з відомої залежності:

$$Y = k_y tg\delta, \tag{3.4}$$

де δ – тут кут бічного зсуву;

k_y – коефіцієнт опору бічному зсуву колеса.

Апроксимувати закон зміни коефіцієнта опору бічному зсуву в залежності від тиску повітря в шині можна за допомогою емпіричних формул (3.5, 3.6), запропонованих Р. Смілеєм та В. Горном і перевірених А. С. Литвіновим [5]. Розрахунки за цими формулами показали, що для автомобільних шин (крім шин з регульованим тиском повітря), досягається достатньо добре наближення

для висхідної гілки залежності $k_y = f(p_w)$. Суттєве розходження розрахункових та експериментальних даних спостерігається при тисках повітря в шинах, які значно перевищують ті, що зустрічаються при експлуатації шин.

Таким чином, коефіцієнт опору бічному зсуву можна визначити так [5]:

$$k_y = C_c\left(A - \frac{E}{p_w}\right), \tag{3.5}$$

де

$$C_c = 1{,}038 \cdot 10^{-4} \cdot G_к^2 - 0{,}168 \cdot G_к + 141{,}062;$$

$$A = 0{,}714 \cdot G_к \sqrt{\frac{B_ш^2}{D_o^3}};$$

$$E = 2{,}2\frac{G_к^2 \cdot B_ш}{D_o^3}$$

$G_к$ – навантаження на колесо;

$B_ш$ – ширина профілю недеформованої шини;

D_o – вільний діаметр шини.

Рівняння 3.5 справедливе для $p_w \geq 4{,}77\frac{G_к}{\sqrt{D_o^3 \cdot B_ш}}$. При $p_w \leq 4{,}77\frac{G_к}{\sqrt{D_o^3 \cdot B_ш}}$ необхідно використовувати формулу:

$$k_y = C_c\left(A' p_w - E'\right), \tag{3.6}$$

де $A' = 0.095 \cdot B_ш^2$; $E' = 0{,}206\frac{G_к}{\sqrt{B_ш \cdot D_o^3}}$.

Нормальну реакцію дороги під задніми колесами автомобіля можна знайти таким чином:

$$Z_2 = \frac{G \cdot a \cdot \cos\alpha + G \cdot \sin\alpha \cdot h_g - \frac{G}{g}\delta_i \cdot j \cdot h_g + G \cdot \cos\alpha \cdot f \cdot r_k}{L}, \tag{3.7}$$

де G – вага автомобіля з урахуванням навантаження;

α – кут поздовжнього нахилу проїзної частини (приймається додатним під час руху автомобіля на підйом, а від'ємним - під час руху на спуск);

h_g – висота розміщення центра мас автомобіля;

g – прискорення вільного падіння;

$\delta_з$ – коефіцієнт, що враховує інерцію обертових мас автомобіля;

j – сповільнення автомобіля;

L – база автомобіля;

f – коефіцієнт опору коченню.

$$\delta_i = 1{,}03 + 0{,}05 \cdot i_к^2 \cdot i_д^2, \tag{3.8}$$

де $i_к$ – передаточне число коробки передач;

$i_д$ – передаточне число додаткової передачі;

$$j = g \cdot \left(\frac{\varphi}{K_e} \cos\alpha + \sin\alpha \right), \tag{3.9}$$

де φ – середнє значення коефіцієнта зчеплення;

K_e – коефіцієнт ефективності гальмування.

Нормальну реакцію дороги під передніми колесами можна розрахувати так:

$$Z_1 = G - Z_2. \tag{3.10}$$

Враховуючи вплив зміщення центра мас автомобіля, нормальні реакції на колесах автомобіля розподіляться таким чином:

$$Z_1^л = Z_1 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\Delta y}{B} \right); \; Z_1^п = Z_1 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\Delta y}{B} \right); \tag{3.11}$$

$$Z_1^л = Z_1 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\Delta y}{B} \right); \; Z_1^п = Z_1 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\Delta y}{B} \right). \tag{3.12}$$

Поздовжні реакції на заблокованих колесах можна визначити таким чином:

$$X = Z \cdot \varphi \cdot \cos\delta. \tag{3.13}$$

Вираз для бічної реакції на заблокованих колесах зручно подати у вигляді:

$$Y = X \cdot \mathrm{tg}\delta. \tag{3.14}$$

На рис. 3.3 показані кути напрямку руху коліс δ_1^i та δ_2^i, які у випадку заблокованого колеса є кутом ковзання, у випадку незаблокованого колеса - кутом зсуву. Розрахунки [6] показали, що кути зміни напрямку руху

незаблокованих коліс за рахунок перекосу осі з залежною ресорною підвіскою при крені кузова під дією бокових сил малі порівняно з кутами зсуву, викликаними цими ж силами, і ними можна знехтувати.

Кут Θ характеризує зміну напрямку руху передньої осі автомобіля за рахунок невідповідності кінематики рульового приводу і підвіски у випадку залежної підвіски або за рахунок нахилу коліс у випадку незалежної підвіски при крені кузова. Якщо блоковані обидва колеса передньої осі, то кути Θ дорівнюють нулю. Проведені дослідження [6] показали, що величини кутів Θ невеликі і змінюються від нуля до одного градуса.

Для автомобілів з передньою залежною підвіскою:

$$\Theta = \rho\left(V + V_y\omega\right), \tag{3.15}$$

а для автомобілів з передньою незалежною підвіскою:

$$\Theta = \rho_н\left(-V_y + V\omega\right), \tag{3.16}$$

де ρ і ρ_i – параметри, які характеризують конструкцію та пружні властивості підвісок.

Враховуючи невеликі значення кутів при гальмуванні автомобіля, можна записати:

$$\Theta + \delta_1^п \approx \Theta + \delta_1^л \approx \Theta + \delta_1;\ \delta_2^п \approx \delta_2^л \approx \delta_2. \tag{3.17}$$

Відповідно (рис. 3.3) кінематиці повороту [14] маємо:

$$tg\delta_1 = \frac{\omega \cdot a - V_y}{V} - \Theta;\ tg\delta_2 = \frac{\omega \cdot b - V_y}{V}. \tag{3.18}$$

3.2.3. Оцінка параметрів траєкторії руху автомобіля.

Для визначення параметрів процесу гальмування автомобіля (x, y, γ) можна скористатись системою диференціальних рівнянь (3.1). Для розв'язання системи (3.1) перетворимо рівняння, які входять в неї:

$$\begin{aligned} V &= f_V\left(V, V_y, \omega, const\right); \\ V_y &= f_{V_y}\left(V, V_y, \omega, const\right); \\ \omega &= f_\omega\left(V, V_y, \omega, const\right) \end{aligned} \tag{3.19}$$

Розв'язувати систему (3.19) в аналітичній формі не можна, тому потрібно застосувати чисельний метод розв'язування, в результаті чого після інтегрування цієї системи можна отримати функціональні залежності $V = f_1(t)$; $V_y = f_2(t)$; $\omega = f_3(t)$, які характеризують процес гальмування автомобіля.

Для інтегрування системи (3.19) була розроблена програма обчислень на об'єктно-орієнтованій мові Delphi 5 методом Рунге-Кутта. З метою отримання траєкторії руху центра мас автомобіля (x, y) і розвороту його поздовжньої осі γ необхідно знову інтегрувати функціональні залежності, отримані для V, V_y та ω, відповідно до виразів:

$$\gamma = \int_0^t \omega dt;$$

$$x = \int_0^t \left(V\cos\gamma + V_y \sin\gamma\right)dt; \qquad (3.20).$$

$$y = \int_0^t \left(V\sin\gamma - V_y \cos\gamma\right)dt.$$

Для розрахунку з формул (3.20) знову була розроблена програма обчислень на об'єктно-орієнтованій мові методом Сімпсона. Програма дозволяє отримувати наглядний вигляд траєкторії руху, який вичерчується на екрані монітора.

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД.

4.1. Експериментальні дослідження впливу дорожнього покриття в зимовий період на гальмівний шлях і безпеку транспортного засобу.

При проведенні наукових досліджень було встановлено, що залежно від інтенсивності випадання снігу (за рахунок снігопадів або хуртовинних перенесень), швидкості замерзання і об'єму води, а також потужності транспортного потоку дороги в зимовий період характеризуються різними поверхнями, з якими взаємодіють рушії і робоче устаткування спеціальних транспортно-технологічних машин. Вони є складними просторовими системами, що володіють двома основними характеристиками, що визначають їх властивості: опорною міцністю і геометричною формою.

Опорна міцність матеріалу полотна дороги формує такі експлуатаційні властивості, як швидкісні і гальмівні якості, керованість, стійкість, паливна економічність транспортних засобів, а також силу опору руйнування робочим органом.

Встановлено, що в межах однієї смуги утворюється до трьох характерних зон міжколійя і міжсмужної (зона узбіччя). В загальному вигляді методика колії виглядає так: 1 – шар якого щойно випав снігу, щільністю від 70 до 120 кг/м^3, 2 – шар снігу перенесеного на дорогу за рахунок хуртовини перенесення щільністю від 150 до 250 кг/м^3, 3 – шар снігу, що піддався екскаваційному руйнуванню колесами транспортних засобів щільністю від 300 до 350 кг/м^3, 4 – шар води щільністю 1000 кг/м^3, 5 – шар льоду щільністю від 850 до 900 кг/м^3, 6 – шар ущільненого снігу, що піддався хімічній обробці щільністю від 400 до 450 кг/м^3, 7 - шар снігу, ущільненого рушіями транспортних засобів (сніговий накат) щільністю 670 кг/м^3, 8 – ще один шар льоду щільністю від 850 до 900 кг/м^3. У реальних умовах товщина вказаних шарів снігу може мінятися від 0 до 200-300мм.

Так як визначити вплив всіх параметрів в даній роботі являється неможливим вибираємо дослідження впливу дорожнього покриття в зимовий період на гальмівний шлях і створення аварійної обстановки.

Дослідження проводилися автомобілем Шкода Rapid на полігоні з різними дорожніми покриттями в зимовий період, а саме на льоду (рис. 4.1 і 4.2), на снігу (рис. 4.3 і 4.4), на мокрому асфальті (рис. 4.5 і 4.6) і на сухому асфальті (рис. 4.7 і 4.8). Дані випробовувань приведені в таблиці 4.1 і 4.2.

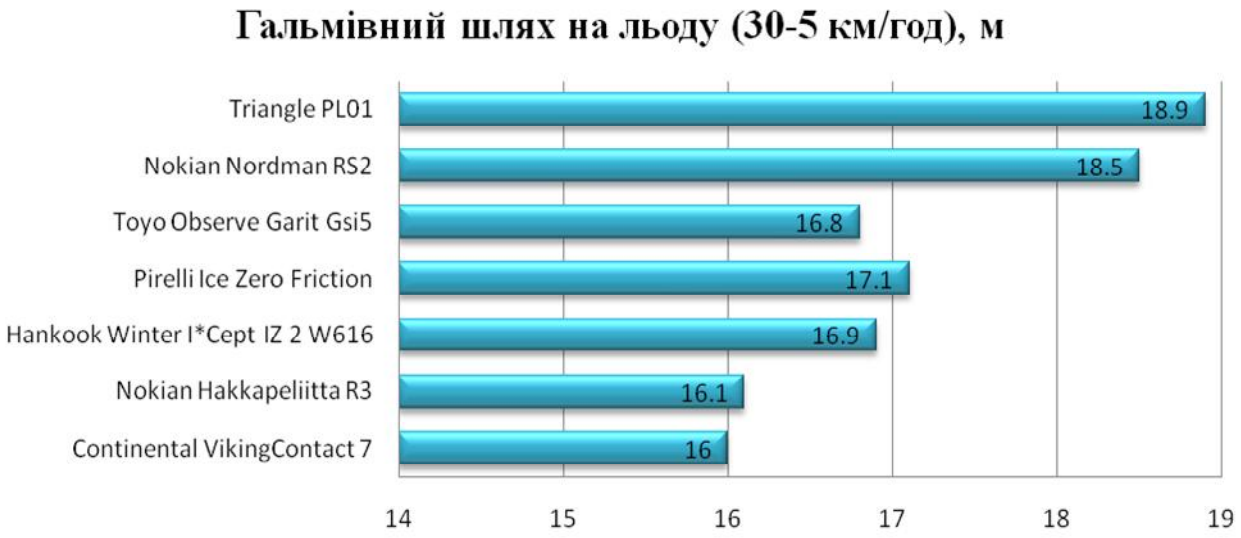


Рисунок 4.1 – Гальмівний шлях на льоду зимових шин діаметром R15

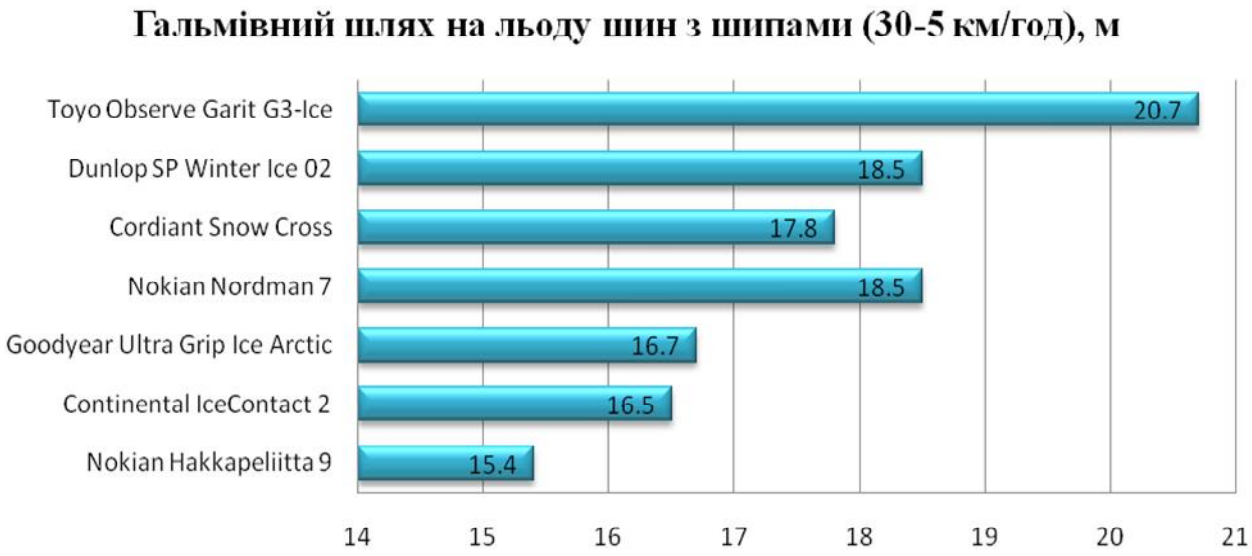


Рисунок 4.2 – Гальмівний шлях на льоду зимових шин з шипами діаметром R15

Рисунок 4.3 – Гальмівний шлях на снігу зимових шин діаметром R15

Рисунок 4.4 – Гальмівний шлях на снігу зимових шин з шипами діаметром R15

Рисунок 4.5 – Гальмівний шлях на мокрому асфальті зимових шин діаметром R15

Рисунок 4.6 – Гальмівний шлях на мокрому асфальті зимових шин з шипами діаметром R15

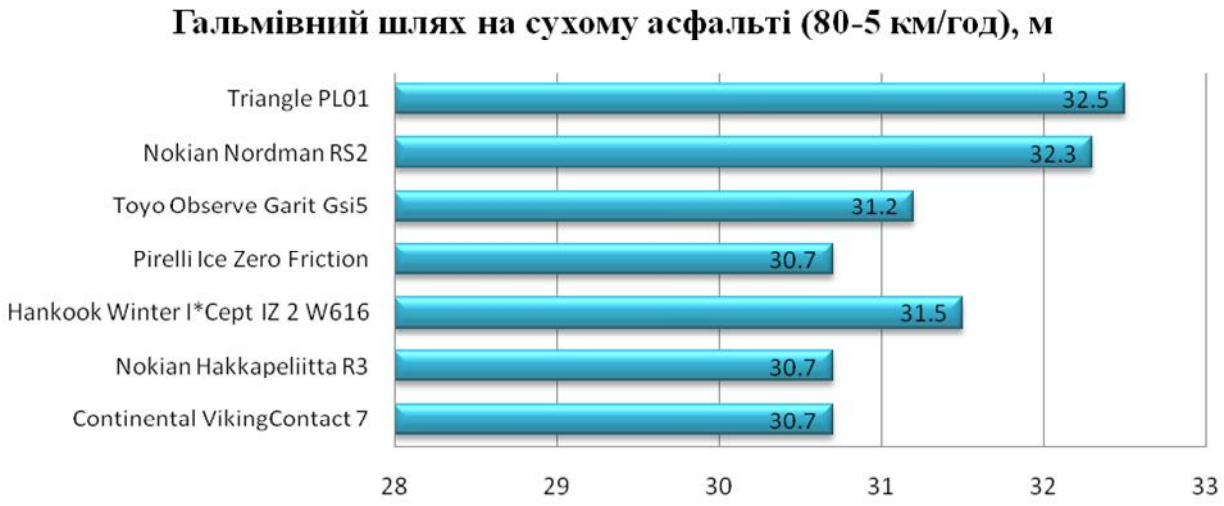


Рисунок 4.7 – Гальмівний шлях на сухому асфальті зимових шин діаметром R15

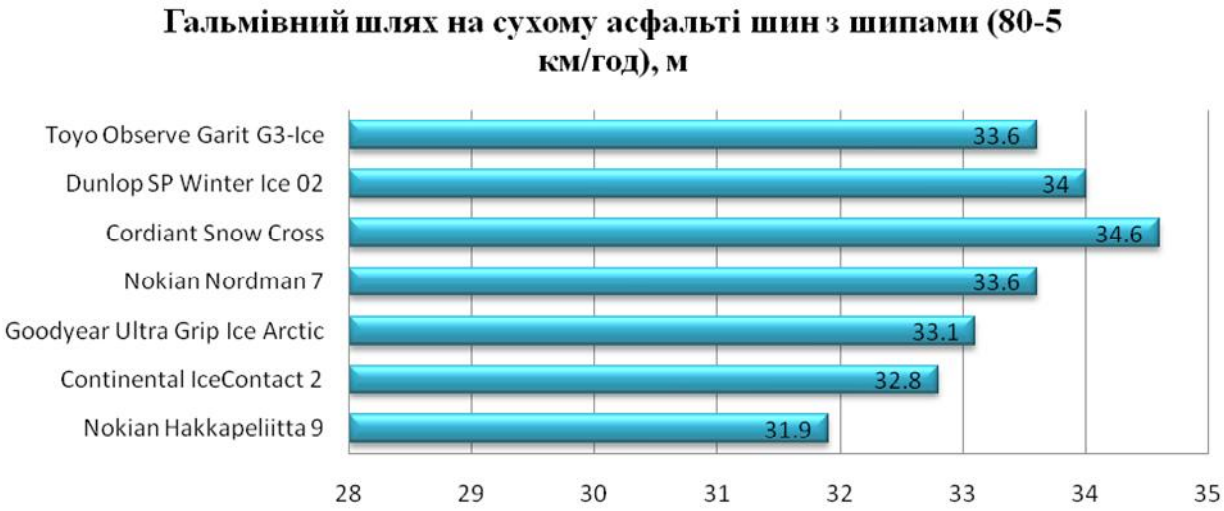


Рисунок 4.8 – Гальмівний шлях на сухому асфальті зимових шин з шипами діаметром R15

Таблиця 4.1 – Результати випробовування зимових шин діаметром R15 на полігоні з різними дорожніми покриттями в зимовий період

Модель, марка		Continental VikingContact 7	Nokian Hakkapeliitta R3	Hankook Winter I*Cept IZ 2 W616	Pirelli Ice Zero Friction	Toyo Observe Garit Gsi5	Nokian Nordman RS2	Triangle PL01
Країна виробник		Германія	Фінляндія	Корея	Росія	Японія	Росія	Китай
Індекс навантаження і швидкість		95T	95R	95T	95T	91Q	95R	89R
Середня вартість по Україні, грн.		2490,00	1725,00	1277,00	1403,00	1355,00	1207,00	886,00
Безпека: виміри зчіпних властивостей								
Гальмівний шлях (30-5 км/год.) на льоду	м	16,0	16,1	16,9	17,1	16,8	18,5	18,9
Час розгону (0-30 км/год.) на льоду	с	5,9	6,1	6,3	6,5	6,4	7,0	6,6
Гальмівний шлях (40-5 км/год.) на снігу	м	16,3	16,4	16,4	16,0	16,7	16,9	17,5
Час розгону (0-40 км/год.) на снігу з TCS	с	5,9	5,7	6,0	5,9	6,0	5,8	6,0
Гальмівний шлях (60-5 км/год.) на мокрому асфальті	м	18,0	18,1	19,1	18,12	19,4	20,1	19,5
Гальмівний шлях (80-5 км/год.) на сухому асфальті	м	30,7	30,7	31,5	30,7	31,2	32,3	32,5
Економічність: витрата пального								
Витрата пального при швидкості 90 км/год.	л/100 км.	6,5	6,3	6,4	6,4	6,5	6,3	6,5
Витрата пального при швидкості 60 км/год.	л/100 км.	4,5	4,2	4,4	4,5	4,5	4,2	4,5

Таблиця 4.2 – Результати випробовування шипованих зимових шин діаметром R15 на полігоні з різними дорожніми покриттями в зимовий період

Модель, марка		Nokian Hakkapeliitta 9	Continental IceContact 2	Goodyear Ultra Grip Ice Arctic	Nokian Nordman 7	Cordiant Snow Cross	Dunlop SP Winter Ice 02	Toyo Observe Garit G3-Ice
Країна виробник		Фінляндія	Германія	Польща	Росія	Росія	Тайланд	Малайзія
Індекс навантаження і швидкість		92T	95T	88T	92T	92T	92T	88T
Середня вартість по Україні, грн.		2099,00	1908,00	1391,00	1925,00	1305,00	4100,00	1317,00
Безпека: виміри зчіпних властивостей								
Гальмівний шлях (30-5 км/год.) на льоду	м	15,4	16,5	16,7	18,5	17,8	18,5	20,7
Час розгону (0-30 км/год.) на льоду	с	19,9	19,9	21,3	21,1	20	22,3	21,0
Гальмівний шлях (40-5 км/год.) на снігу	м	14,8	14,8	14,9	14,9	15,0	15,1	15,5
Час розгону (0-40 км/год.) на снігу з TCS	с	6,0	6,0	6,0	6,2	6,4	6,2	6,3
Час розгону (0-40 км/год.) на снігу без TCS	с	5,3	5,3	5,2	5,4	5,4	5,6	5,6
Гальмівний шлях (60-5 км/год.) на мокрому асфал	м	19,4	18,9	20,0	20,4	21,3	20,2	20,9
Гальмівний шлях (80-5 км/год.) на сухому асфаль	м	31,9	32,8	33,1	33,6	34,6	34,0	33,6
Економічність: витрата пального								
Витрата пального при швидкості 90 км/год.	л/100 км.	6,3	6,4	6,5	6,3	6,5	6,5	6,5
Витрата пального при швидкості 60 км/год.	л/100 км.	4,2	4,4	4,4	4,3	4,6	4,6	4,5

Роблячи висновок з проведених досліджень можна сказати що кожна марка шин веде себе по різному на дорозі з різним покриттям і від підбирання шини до автомобіля залежить його безпечність на дорозі.

Проведені дослідження модна використати для пропонування оптимального варіанту шин для різних автомобілів.

4.2. Вплив солі в посипаючому матеріалі на навколишнє середовище.

Заходи по догляду за дорогами в зимовий період, особливо посипання сіллю дуже впливають на довкілля. Під час проведення експериментів з визначення впливу солі на навколишнє середовище були взяті біля дороги проби ґрунту і води для дослідження. За даними лабораторних досліджень і досліджень дорожнього покриття після зими була складена таблиця 4.3 [16].

Таблиця 4.3 – Забруднення довкілля від посипання сіллю доріг.

Дослідження	Сипучий матеріал	Вплив на довкілля	Доведений вплив
Окружна дорога Кропивницького	сіль	Спрацювання дороги	Підвищилося на 60 %
		Ґрунт	Вміст солі збільшився в 3-6 разів
		Ґрунтові води	Підвищений вміст солі
		Рослинний світ	Пошкодження дерев біля дороги
		Утворення іржі	Утворення іржі збільшується в 3-5 разів
25 кілометр траси Кропивницький - Новомиргород	сіль	Спрацювання дороги	Підвищилося на 63 %
		Ґрунт	Вміст солі збільшився в 4-8 разів
		Ґрунтові води	Підвищений вміст солі в 2 рази
		Рослинний світ	Пошкодження дерев біля дороги
		Утворення іржі	Утворення іржі збільшується в 4 рази

Посипання доріг сіллю сильно підвищує отримання солі в ґрунтових водах і в ґрунті, який розташований недалеко від дороги. Максимальне збільшення виявилося біля самої дороги. Доведена шкідлива дія на рослинний світ, особливо на хвойні насадження, що пояснюється підвищеним вмістом солі у воді і ґрунті, в комбінації з бризками бруду змішаного з сіллю.

Посипання сіллю збільшує спрацювання дороги, особливо тому, що велика частина руху здійснюється по вологій чистій ділянці покриття. Спрацювання від шипованих шин на вологому покритті приблизно в 2 рази вище, ніж на сухому. Сіль роз'їдає бетонні конструкції особливо це стосується мостів.

Сіль сприяє підвищеному утворенню іржі на автомобілях. Цей вплив важко усунути, оскільки багато чинників впливають на утворення іржі. Вивчення необроблених сталевих пластин, які піддавалися дії брудних бризок, змішаних з солоною водою протягом зимового сезону, показало, що утворення іржі збільшилося в 3-5 разів. На оброблених антикорозійними речовинами автомобілях вплив солі був менший приблизно в 2 рази.

Багато учасників руху критично відносяться до посипання доріг сіллю. Так після проведення опитування водіїв 60% учасників руху розійшлися в думці, повністю або частково, відносно твердження «посипання сіллю бажане», 25 % повністю або частково згодні з цим твердженням, 15 % рахували збільшення по сипання сіллю дуже важливим або мало важливим.

Роблячи висновок з проведеної роботи можна сказати що:

- сніговий покров потрібно прибирати тоді коли він і де і на всьому протязі;
- сніговий покрив дуже важко очистити після вкатування шинами автомобіля;
- посипання доріг є невід’ємною частиною догляду за дорогою;

чим буде кращий догляд за дорожнім покриттям комунальних служб тим менше буде ДТП.

4.3. Оцінка економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху в зимовий період.

Заходи щодо організації дорожнього руху на будь-якому рівні діяльності (державному, відомчому, інженерному) потребують певні, часто значні кошти. Тому призначення таких заходів мають передбачати їх ретельне техніко-економічне обґрунтування.

Показник збитків від ДТП закладається до економічних розрахунків при прийнятті рішень про доцільність впровадження заходів з БДР.

Відображаючи пріоритет безпеки дорожнього руху, як політичної мети держави, оцінка втрат у ДТП направлена на впровадження заходів по підвищенню БДР.

Технічні засоби організації дорожнього руху мають вплив на транспортні та пішохідні потоки. При цьому параметри потоків змінюються. Ці зміни можуть бути покладено в основу показників, що використовуються для оцінки ефективності використання як окремого технічного засобу, так і їх сукупності.

У загальному вигляді приймаючи до уваги задачі управління рухом, показники ефективності повинні відображати потужність транспортного процесу та безпеку руху. Разом з тим пошук єдиного показника - універсального, що може вимірюватись у реальних умовах руху, та який має грошову вартість, пов'язаний з певними труднощами.

Для різних «користувачів» систем управління на перший план можуть бути висунуто різноманітні показники: кількість та тяжкість ДТП, пропускна спроможність автодороги, транспортні затримки, кількість зупинок транспортних засобів, довжина черг перед перехрестями, час поїздки, ступінь загазованості навколишнього середовища, рівень шуму від руху транспортних засобів.

Крім першого показника, всі останні відносяться, як правило, до міських доріг та вулиць.

Для розрахунків економічної ефективності впровадження ЗППЗ ДР правильніше враховувати всі показники їх грошової вартості, які повинні включати до себе вартість безпосередньо самого засобу, так і затрати на його встановлення та експлуатаційне утримання.

На сьогоднішній час існує низка різноманітних методик, що дозволяють розрахувати ефективність впровадження заходів з забезпечення безпеки дорожнього руху. Проте при їх вивченні було з'ясовано, що вказані методики враховують в основному заходи, що передбачають капітальні вкладення. При існуючому фінансування дорожньої галузі більша частина цих заходів залишається не реалізованою.

Тому пропонується удосконалення методу оцінювання ефективності заходів з забезпечення безпеки руху шляхом розробки більш детальних показників по сучасним ЗППЗ ДР, які не знайшли відображення в існуючих нормативних документах.

За основу було взято [17], яка включає до себе призначення та оцінки ефективності заходів, направлених на підвищення безпеки дорожнього руху на МК ДТП.

Оцінка впливу заходів по підвищенню безпеки дорожнього руху на місцях концентрації ДТП виконується на основі порівняння рівня аварійності до виконання відповідних дорожніх робіт з рівнем аварійності після їх проведення. Прогнозоване зниження рівня аварійності після реалізації планованих заходів встановлюється розрахунковим шляхом з використанням результатів раніше виконаних натурних спостережень за зміною числа ДТП в результаті виконання дорожніх робіт, спрямованих на поліпшення умов руху.

В якості початкового показника, що характеризує очікувану зміну стану аварійності в результаті проведення заходів, пропонується використовувати середню ймовірність зниження кількості ДТП на даній ділянці дороги ($P_т$) вираженої в долях одиниці. У табл. 4.4 наведено запропоновані значення вказаного показника для різних заходів по підвищенню безпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах.

Види заходів, які були відсутні у базовій таблиці було добавлено виходячи з практичного досвіду, ймовірність зниження кількості ДТП була прирівняна до споріднених, але більш великовартісних заходів.

Таблиця 4.4 - Заходи з підвищення безпеки дорожнього руху в зимовий період

№ п/п	Запропоновані нові заходи з підвищення безпеки руху в зимовий період по характерним ділянкам доріг	Ймовірність зниження кількості ДТП у долях одиниці	
		Загальної кількості ДТП	ДТП з постраждалими
1	Очищення дорожнього покриття під час випадання снігу з інтервалом 15 хвилин між проходом очисної машини	0,26	0,35
2	Застосування сучасних сумішей для посипання дорожнього покриття	0,44	0,55
3	Влаштування системи снігозатримання	0,2	0,26

Заходи із зниження аварійності на ділянках концентрації ДТП з точки зору кінцевих результатів можна підрозділити на дві категорії: 1) які сприяють запобіганню окремим видам ДТП (поодинокі заходи) і 2) які спрямовані на запобігання усім ДТП (комплекси заходів).

Загальне очікуване зниження числа ДТП на тому, що розглядається *i*- тій ділянці концентрації ДТП в результаті реалізації комплексу заходів по підвищенню безпеки руху в зимовий період визначається з урахуванням його строку служби.

Скорочення числа ДТП в результаті реалізації заходів по підвищенню безпеки руху супроводжується одночасним зменшенням кількості загиблих і поранених. Очікуване зниження числа загиблих і поранених на МК ДТП в порівнянні з початковим рівнем до проведення дорожніх робіт допускається визначати пропорційно скороченню загального об'єму аварійності.

Ефективність визначається зіставленням ефекту від зниження числа ДТП і витрат по проведенню заходів по зниженню аварійності.

Оцінка результату і витрат при визначенні показників ефективності здійснюється за увесь строк служби заходів. При порівнянні двох і більше варіантів реалізації комплексів заходів оцінка ефективності робиться за один і той же розрахунковий період. При визначенні розрахункового періоду слід орієнтуватися на найбільш довговічний варіант. Початок розрахункового періоду визначається моментом часу, починаючи з якого вибір варіанту впливає на майбутні витрати і результати. Кінець розрахункового періоду - момент, починаючи з якого витрати і результати по усіх порівнюваних варіантах практично невиразні або несуттєві.

Система показників ефективності заходів по підвищенню БДР в зимовий період включає:

- інтегральний ефект – сума ефектів за весь період порівняння;
- індекс доходності – відношення суми ефектів до загальної величини одноразових витрат;
- термін окупності – такий мінімальний інтервал часу від початку розрахункового періоду, за межами якого інтегральний ефект стає і надалі залишається ненегативним;
- інтегральні витрати – сума витрат за увесь розрахунковий період;
- внутрішня норма доходності (далі - ВНД) – представляє собою ту незмінну протягом розрахункового періоду дисконту, при якому сума ефектів рівна сумі одночасних затрат.

Ефект від проведення заходів по підвищенню безпеки руху в зимовий період полягає, в першу чергу, в зниженні втрат від дорожньо-транспортних подій, які діляться на три групи :

- втрати, які пов'язані з втратою здоров'я і смертю людей, що потрапили в ДТП;
- втрати, які пов'язані зі збитком, що заподіюється власності (відновлення транспортних засобів, ушкоджень дороги і дорожніх споруд, вартість пошкоджених вантажів);
- громадські втрати, до яких відносяться витрати, які пов’язані з

порушенням нормальних умов руху в зоні транспортної події, і витрати органів Національної поліції України.

Оцінка економічної ефективності заходів з підвищення безпеки дорожнього руху в зимовий період. Для оцінки економічної ефективності заходів по підвищенню безпеки руху вимагається для кожного року розрахункового періоду встановлювати очікуване зниження числа ДТП в результаті реалізації вибраних комплексних заходів, а саме ділянка дороги Кропивницький – Бобринець починаючи з 93 кілометра і до 98 схильна до утворення сильної ожеледиці, так як дорога продувається в різні боки.

Таблиця 4.5 - Основні заходи комплексів

Комп-лекс заходів	Основні заходи комплексу	Ймовірність зниження ДТП	Строк служби, років	Вартість заходів, грн.
1	Очищення дорожнього покриття під час випадання снігу з інтервалом 15 хвилин між проходом очисної машини (5 км)	0,5	на період випадання опадів	1000000
2	Застосування сучасних сумішей для посипання дорожнього покриття (5 км)	0,35	на період випадання опадів	на рік 300000
3	Влаштування системи снігозатримання: - встановлення однорічних плетених тинів (5 км); - зелені насадження (5 км).	0,15 0,25	2 4-30	135000 85000

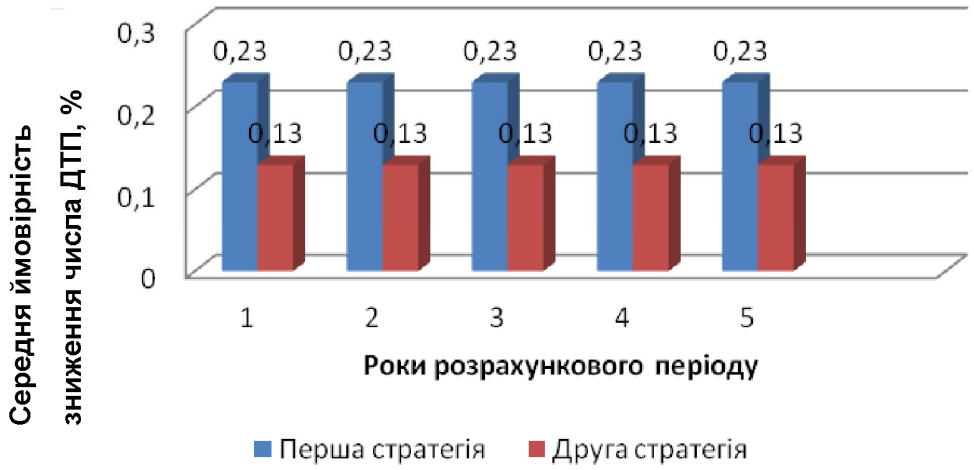


Рисунок 4.9 - Ймовірність зниження ДТП у результаті реалізації заходів

4.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях з транспортним засобом.

У разі дорожньо-транспортної пригоди винний водій зобов’язаний:

- вчасно зупинитись і не зрушувати транспортний засіб та інші предмети, які пов'язані з подією;

- у разі необхідності звернутися за медичною допомогою, а якщо це неможливо, транспортувати потерпілого до найближчого лікувального закладу;

- повідомити про те, що трапилося, до Національної поліції, записати імена свідків і дочекатися приїзду поліцейських.

Якщо пожежа виникла під час руху, необхідно зупинитися та вжити заходів щодо гасіння вогню. У разі виникнення пожежі повідомити пожежну охорону, керівника робіт і розпочати гасіння пожежі.

При загорянні одягу спочатку треба загасити вогонь підручними засобами. При цьому накривати голову потерпілого також не можна, щоб не викликати опіки дихальних шляхів і отруєння токсичними продуктами горіння.

У разі вимушеної зупинки автомобіля на узбіччі або краю проїзної частини для технічного обслуговування водій зобов’язаний увімкнути аварійну світлову сигналізацію, одягнути сигнальний жилет і встановити на місці знак аварійної зупинки або проблисковий ліхтар червоного кольору. на відстані не менше 20 м від транспортного засобу в густонаселених районах, 40 м за його межею.

ВИСНОВКИ

Мета зимового стану доріг полягає в тому, аби понизити кількість ДТП взимку за рахунок видалення снігу і льоду з дорожнього покриття і тим самим поліпшення умов зчеплення шин коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Із сказаного виходить, що вплив заходів по догляду за дорогами в зимовий період суттєво залежить від того періоду який розглядається. Максимальний вплив буває відразу після вживання заходів, але воно «розмивається», якщо розглядати довгий період. Вплив таких заходів протягом всього зимового періоду залежить від того, як часто випадають осадки або виникають такі погодні умови, які викликають необхідність вживання заходів і, на кінець, як швидко приймаються такі заходи. На дорогах міжнародного значення заходи щодо догляду за дорогами в зимовий період приймаються раніше ніж на дорогах регіонального значення.

Максимального значення коефіцієнт зчеплення досягає на дорогах з твердим покриттям при проковзуванні $s_{опт}$ порядку 15-20 %. На дорогах з поверхнею, яка деформується, в залежності від їх властивостей коефіцієнт $\varphi_{x\,max}$ може бути при більших (до 50 %) значеннях проковзування.

Роблячи висновок з проведених досліджень можна сказати що кожна марка шин веде себе по різному на дорозі з різним покриттям і від підбирання шини до автомобіля залежить його безпечність на дорозі.

Проведені дослідження модна використати для пропонування оптимального варіанту шин для різних автомобілів.

Роблячи висновок з проведеної роботи можна сказати що:

- сніговий покров потрібно прибирати тоді коли він і де і на всьому протязі;
- сніговий покрив дуже важко очистити після вкатування шинами автомобіля;
- посипання доріг є невід’ємною частиною догляду за дорогою;

- чим буде кращий догляд за дорожнім покриттям комунальних служб тим менше буде ДТП.

Для оцінки економічної ефективності заходів по підвищенню безпеки руху вимагається для кожного року розрахункового періоду встановлювати очікуване зниження числа ДТП в результаті реалізації вибраних комплексних заходів

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіт з науково-дослідної практики на ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький - Кропивницький ЦНТУ – 2022 р. – 19 с.

2. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г.В. Бялобжеский, А.К. Дюнин и др.; под ред. А.К. Дюнина. – М.: Транспорт, 2003. – 197 с.

3. Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 2002. – 163 с.

4. Куляшов А.П., Кузнецов Б.В., Молев Ю.И., Шапкин В.А. Лёд. Снег. Методы разработки. Н.Новгород: НПК, 2002. - 367 с.

5. Боровский Б. Е. Безопасность движения автомобільного транспорта / Б. Е. Боровский – Л. : Лениздат, 1984. – 305 с.

6. Немчинов М. В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля / М. В. Немчинов – М. : Транспорт, 1985. – 231 с.

7. Подригало М. А. Устойчивость колесных машин при торможении / М. А. Подригало, В. П. Волков, В. И. Кирчатый – Харьков : ХГАДТУ, 2000. – 180 с.

8. Туренко А. Н. Повышение эффективности торможения грузовых и пассажирских автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом / А. Н. Туренко – Харьков : ХГАДТУ, 1997. –235 с.

9. Механика шины: монография / В.А. Перегон, В.А. Карпенко, Л.П. Гречко, Ю.П. Макеев, А.А. Загородний, А.Н. Левченко. − Харьков: ХНАДУ, 2011. − 404 с.

10. Большой тест зимних шин: выбор «За рулем»! https://www.zr.ru/content/articles/919325-frikcionnye-shiny-195-65-r15-test/

11. Осипов В. А. Проблемы аварийности на автомобильных дорогах Украины, пути и методы их решения // Современные научные исследования и инновации. Октябрь, 2011. [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2011/10/4872. Дата звернення 02.06.2022.

12. Костенко А.В. Прогнозування показників курсової стійкості легкового автомобіля з урахуванням розкиду жорсткісних характеристик шин: дис. канд. техн. наук : 05.22.02 / А.В. Костенко. - К., 2007. - 168 с.

13. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М. : Транспорт, 1993. 267 с.

14. Осипов В. О. Безпека дорожнього руху: технічні засоби та інженерне облаштування: навч. пос. Луганськ : Вид-во «Ноулідж», 2014. 192 с.

15. Леонович И. И., Богданович С. В., Нестерович И. В. Диагностика автомобильных дорог. Минск : Новое знание, 2001. 347 с.

16. Кременец Ю. А. Печерский М. П., Афанасьева Н. Б. Технические средства организации дорожного движения. М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. 278 с.

17. Балакина Е.В. Улучшение устойчивости движения колесной машины в режиме торможения на основе предпроектного выбора параметров элементов шасси : дис. канд. тех. наук : 05.05.03 / Балакина Екатерина Викторовна. – Волгоград, – 2010. – 418 с.

18. Теорія руху автомобіля: підручник / В.П. Волков, Г.Б. Вільський. - Суми : Університетська книга, 2010. – 320 с.

19. Чижова В.С. Повышение экологической безопасности автотранспортного комплекса путем снижения загрязнения воздуха дисперсными частицами размером менее 10 мкм // Диссертация на соискание учёной степени к.т.н., М. - 2015. -148 с.