

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Н. І. Кульбашна

БЕЗПЕКА РУХУ ТА ГАЛЬМІВНІ СИСТЕМИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання
зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітня програма «Електромеханіка»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022

УДК 656.1

Кульбашна Н. І. Безпека руху та гальмівні системи : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма «Електромеханіка» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Н. І. Кульбашна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 118 с.

Автор

канд. техн. наук, ст. викл. Н. І. Кульбашна

Рецензенти:

В. Х. Далека, доктор технічних наук, професор кафедри електричного транспорту (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова);

В. М. Шавкун, кандидат технічних наук, доцент кафедри електричного транспорту (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 10 від 03.02.22

У конспекті лекцій розглядаються питання правових аспектів безпеки руху, забезпечення безаварійної роботи міського електричного транспорту, пов'язані із вивченням гальмівних властивостей транспортних засобів; процесів розвитку дорожньо-транспортних пригод із причини порушення технічного стану гальмівної системи рухомого складу.

© Н. І. Кульбашна, 2022

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022

ЗМІСТ

Лекція 1 ВСТУПНІ ЗАУВАЖЕННЯ.....	5
1.1 Нормативні документи й діяльність організацій у сфері безпеки дорожнього руху.....	5
1.2 Реєстрація та облік дорожньо-транспортних пригод.....	7
1.3 Аналіз статистичних даних дорожньо-транспортних пригод.....	8
1.4 Причини виникнення дорожньо-транспортних пригод.....	12
1.5 Види дорожньо-транспортних пригод.....	14
1.6 Головні терміни й визначення.....	16
Лекція 2 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ	18
2.1 Підрозділи системи управління на різних етапах забезпечення безпеки руху.....	19
2.2 Ієрархія підпорядкованості працівників безпеки руху та їхні обов'язки.....	21
2.3 Організація та порядок проведення оперативного контролю.....	26
2.4 Контроль дотримання вимог безпеки руху на лінії.....	30
2.5 Забезпечення безпеки руху трамвая і тролейбуса під час випуску.....	32
2.6 Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригод.....	34
Лекція 3 ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМНОЇ ОЦІНКИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД.....	41
3.1 Система «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» в аналізі проблем безпеки руху.....	41
3.2 Шляхи підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».....	44
3.3 Особливості рухомого складу, що визначають надійність системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».....	46
3.4 Особливості водія як головного керівного елемента системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».....	48
3.5 Особливості дороги і дорожнього середовища.....	50

Лекція 4 ВПЛИВ ЗЧЕПЛЕННЯ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ.....	53
4.1 Загрози безпеці руху в ланці «ходові частини транспортного засобу – поверхня дороги».....	53
4.2 Урахування зчїпних властивостей під час розрахування головних параметрів гальмування.....	57
4.3 Юз безрейкового рухомого складу. Занос тролейбуса під час юзу.....	59
4.4 Антиблокувальні системи тролейбуса.....	61
4.5 Юз на трамвайних вагонах.....	63
Лекція 5 ГАЛЬМІВНІ ВЛАСТИВОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ.....	66
5.1 Режими гальмування.....	66
5.2 Поняття гальмівних систем.....	67
5.3 Вимоги до гальмівних систем рухомого складу.....	70
5.4 Критерії оцінювання гальмівних систем.....	71
5.5 Перетворення кінетичної енергії під час гальмування.....	74
5.6 Сили, що діють під час гальмування на рухомий склад.....	75
5.7 Діаграма гальмування рухомого складу.....	77
5.8 Методи визначення гальмівного шляху.....	79
Лекція 6 ГАЛЬМІВНІ МЕХАНІЗМИ РУХОМОГО СКЛАДУ.....	82
6.1 Класифікація гальм.....	82
6.2 Гальмівні системи механічного гальма.....	83
6.3 Види гальмівних механізмів рухомого складу.....	84
6.4 Приводи механічних гальм.....	90
6.5 Характеристики гальмівних передач.....	98
Лекція 7 ЕКСПЛУАТАЦІЯ І ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ.....	100
7.1 Перевірка справності гальмівних систем перед початком роботи.....	100
7.2 Технічне обслуговування гальмівного обладнання тролейбусів.....	104
7.3 Технічне обслуговування гальмівного обладнання трамваїв.....	107
7.4 Стендовий контроль ефективності гальмівних систем тролейбуса.....	108
7.5 Дії водія в разі відмови систем гальмування при русі по перегонах...	111
7.6 Переваги діагностування стану гальмівних систем під час роботи рухомого складу на лінії.....	112
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	115

Лекція 1

ВСТУПНІ ЗАУВАЖЕННЯ

План

- 1.1 Нормативні документи й діяльність організацій у сфері безпеки дорожнього руху.
- 1.2 Реєстрація та облік дорожньо-транспортних пригод.
- 1.3 Аналіз статистичних даних дорожньо-транспортних пригод.
- 1.4 Причини виникнення дорожньо-транспортних пригод.
- 1.5 Види дорожньо-транспортних пригод.
- 1.6 Головні терміни й визначення.

1.1 Нормативні документи й діяльність організацій у сфері безпеки дорожнього руху

Основними нормативно-правовими актами у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху в Україні є такі документи:

- Закон України «Про дорожній рух» від 30 червня 1993 р.;
- Закон України «Про транспорт» від 10 листопада 1994 р. [2];
- Закон України «Про електричний транспорт» від 29 квітня 2004 р. [3];
- Міжнародні Конвенції «Про дорожній рух» та «Про дорожні знаки й сигнали» (підписані у Відні 8 листопада 1968 р., ратифіковані Указом Президії Верховної Ради СРСР 29 квітня 1974 р.);
- Державний стандарт України 2935-94. Безпека дорожнього руху.;
- ДСТУ 3308-96. Знаки маршрутні для міського електротранспорту;
- Галузеві комунальні норми України. ГКН 02.05.009-01. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Організація оперативного контролю за безпекою руху [4];
- Будівельні норми і правила. БНіП 2.0555.09-90. Трамвайні і тролейбусні лінії; БДН-360-92. Містобудування, планування і забудова міських і сільських поселень;

- Правила експлуатації трамвая та тролейбуса, затверджені наказом державного комітету України по житлово-комунальному 2020 року [6];
- Правила з охорони праці на міському електричному транспорті 2006 року.
- Правила дорожнього руху, що уведені в дію 2002 р., затверджені Кабінетом Міністрів України (із змінами і доповненнями) [8].

Міжнародні організації у сфері забезпечення безпеки руху:

- Всесвітня організація охорони здоров'я, яка організує написання посібників з надання першої медичної допомоги; створення всесвітньої бази законопроектів у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху (далі – ЗБДР); співпраця зі спеціалізованими на ЗБДР організаціями для розробки практичних заходів щодо впровадження рекомендацій «Всесвітньої доповіді про запобігання ДТП»; розроблення програми щодо ознайомлення школярів з основами ЗБДР тощо;
- Європейська Конференція міністрів транспорту – це міжурядова організація, в неї входять міністри транспорту з 44 країн, не має реальної правової спроможності долати сильні національні інтереси;
- Європейська Рада транспортної безпеки – це некомерційна громадська організація, що займається проблемами зниження аварійності на транспорті в Європі. у Раді задіяно 38 країн-учасниць, в тому числі і не з числа членів ЄС. Ця організація просуває програми з підвищення БДР від професійної спільноти (дослідницьких і громадських організацій) до політиків Євросоюзу і урядів європейських країн;
- Європейська економічна комісія ООН (ЄЕК ООН). На сьогодні це постійно діючий орган в системі ООН, що діє в рамках «Робочої групи з безпеки дорожнього руху», основними цілями якого є аналіз проблем безпеки БДР та розробка відповідних юридичних правил. До низки пріоритетних напрямків діяльності належить розроблення юридичних документів у сфері безпеки дорожнього руху, дорожнім знакам і сигналам, а також їх періодичне

оновлення з метою огляду досягнень технічного прогресу, реагування на зростаючі запити суспільства щодо мобільності, безпеки і т. д.

ЄЕК ООН займається розробкою різних норм наприклад, вимоги що регламентують вимоги до гальмівних систем – це Правило №13 «Однакові приписання, що стосуються офіційного твердження транспортних засобів відносно гальмування».

В нашій державі норми гальмівних систем міського електротранспорту встановлює ДСТУ 204.04.05.002:2004. Системи гальмівні трамвайних вагонів та тролейбусів. Експлуатаційні вимоги до ефективності гальмування та методи контролю, що діє з 2004 р [20].

1.2 Реєстрація та облік дорожньо-транспортних пригод

Реєстрацію і облік ДТП здійснюють з метою вивчення і подальшого усунення причин їхнього виникнення, а також умов, що сприяють їхньому розвитку.

В Україні організовують та здійснюють облік дорожньо-транспортних пригод у межах своєї компетенції Міністерство внутрішніх справ, Міністерство інфраструктури, Міністерство охорони здоров'я, Національна поліція, Укртрансбезпека, Укравтодор.

Ці уповноважені органи на підставі єдиної інформаційної системи Міністерства внутрішніх справ створюють реєстрацію та облік дорожньо-транспортних пригод згідно з Правилами ведення обліку дорожньо-транспортних пригод, затверджених Кабміном України у травні 2019 року [5].

Формування та ведення інформаційних ресурсів інформаційної підсистеми «Дорожньо-транспортна пригода» здійснюють за допомогою технічних і програмних засобів системи «Інформаційний портал Національної поліції України». У цій системі органи Нацполіції фіксують ДТП за встановленою формою, реєструють факти та причини, що сприяють або обумовлюють їхнє виникнення, вказують місце пригоди, умови, стан

транспортних засобів, інші подробиці. Цю інформацію складають на підставі первинних документів (протоколу або довідки про ДТП, схеми ДТП, фото-, відеофіксації ДТП, протоколу огляду транспортного засобу, протоколу огляду місця ДТП, пояснення водіїв, показання свідків) [10].

Підприємства міського електротранспорту додатково ведуть внутрішній облік ДТП з метою виявлення матеріальних збитків, ступеня провини самого транспортного підприємства і розробки заходів щодо запобігання ДТП [1].

Облік пригод на підприємстві виконує інженер Служби безпеки дорожнього руху або інша особа, яка призначена наказом керівника підприємства. Враховують усі дорожньо-транспортні і інші пригоди, пов'язані з рухом трамваїв і тролейбусів, незалежно від їхніх причин, тяжкості тілесних ушкоджень і розмірів збитку. Відомості про пригоди реєструються в журналі обліку дорожньо-транспортних пригод (форма 1) [1, 7], які періодично звіряються з даними органів внутрішніх справ.

Усі документи, що зібрані за певним ДТП: акти перевірок рухомого складу, колії, контактної мережі, пояснювальні записки водіїв зберігаються на підприємстві.

На міському електротранспорті всі дорожньо-транспортні пригоди об'єднані у дві великі групи:

- пригоди, що виникають із вини підприємства електротранспорту;
- пригоди, що відбуваються не з вини підприємства електротранспорту, але трапилися на лініях його маршрутів.

Остання група пригод не належить до переліку ДТП, але входить до аналізу витрат, пов'язаних з простоем рухомого складу на лінії.

1.3 Аналіз статистичних даних дорожньо-транспортних пригод

На транспортних підприємствах розрізняють такі види аналізу [9]:

- а) за абсолютними показниками аварійності;
- б) за відносними показниками аварійності;

в) за питомими показниками аварійності.

Аналіз аварійності головним чином проводять за абсолютними показниками, які дають змогу достатньо повно охарактеризувати стан аварійності в будь-який період часу, кількісно оцінити розміри витрат, які має підприємство від дорожньо-транспортних пригод, та за їхнім значенням виконують розрахунки питомих і відносних показників.

На рисунку 1.1 подана діаграма змінювання кількості ДТП за роками підприємства міського електротранспорту.

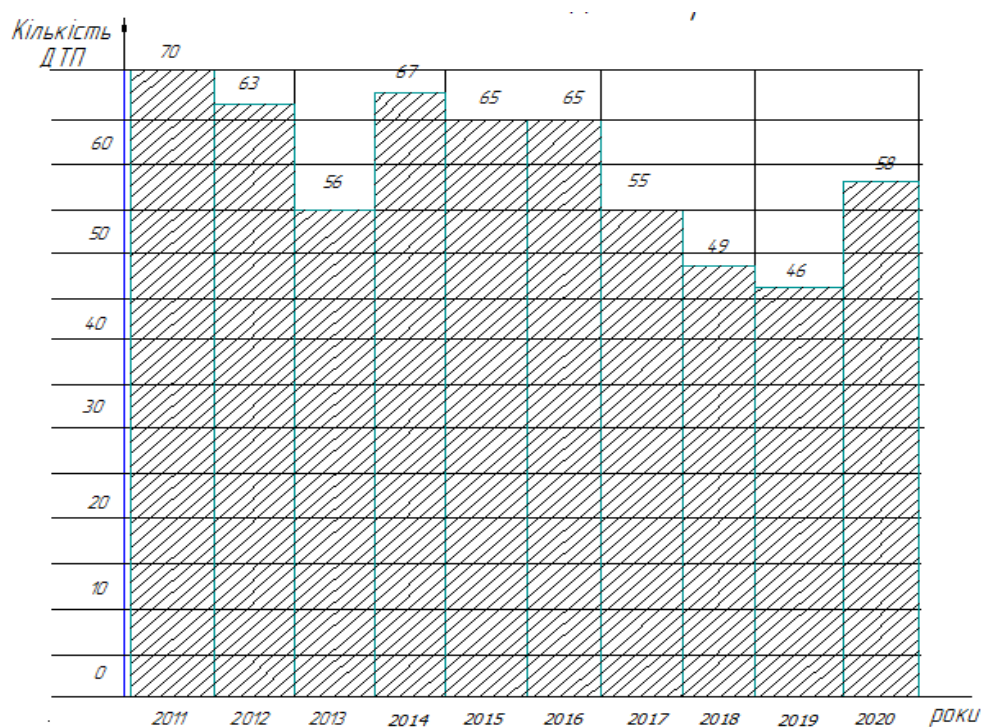


Рисунок 1.1 – Розподіл кількості ДТП за роками

Відносні показники обчислюються шляхом ділення одного абсолютного показника на інший. Відносні показники дозволяють об'єктивніше проводити зіставлення різних підприємств міського електротранспорту, оскільки під час розрахунку цих показників можна врахувати дію найбільш важливих чинників, що характеризують умови діяльності з забезпечення безпеки дорожнього руху. Дійсно, те, що, наприклад, в одному підприємстві міста здійснюється в два рази більше дорожньо-транспортних пригод, ніж в іншому, ще не говорить про те, що там гірше поставлена робота з попередження ДТП, оскільки не

враховуються масштаби і рівень розвитку міста. Якщо ж розраховують кількість ДТП, що припадають на одиницю рухомого складу, то порівняння підприємств за цим відносним показником буде вже набагато об'єктивнішим, оскільки враховують один з найбільш істотних чинників, що характеризують умови діяльності з забезпечення безпеки руху – чисельність рухомого складу.

Відносні показники обчислюють діленням кількості дорожньо-транспортних пригод, загиблих і поранених, наприклад, на кількість рухомого складу. Питомі показники є часткою одного абсолютного показника від іншого, зазвичай виражають у відсотках. Отже можна стверджувати, що в аналітичній діяльності питомі показники застосовують для кількісного опису структури аварійності.

На рисунку 1.2 представлені статистичні дані підприємства міського електротранспорту, тобто діаграми змінювання (динаміки) абсолютних показників кількості рухомого складу і відносних показників ДТП стосовно цієї кількості.

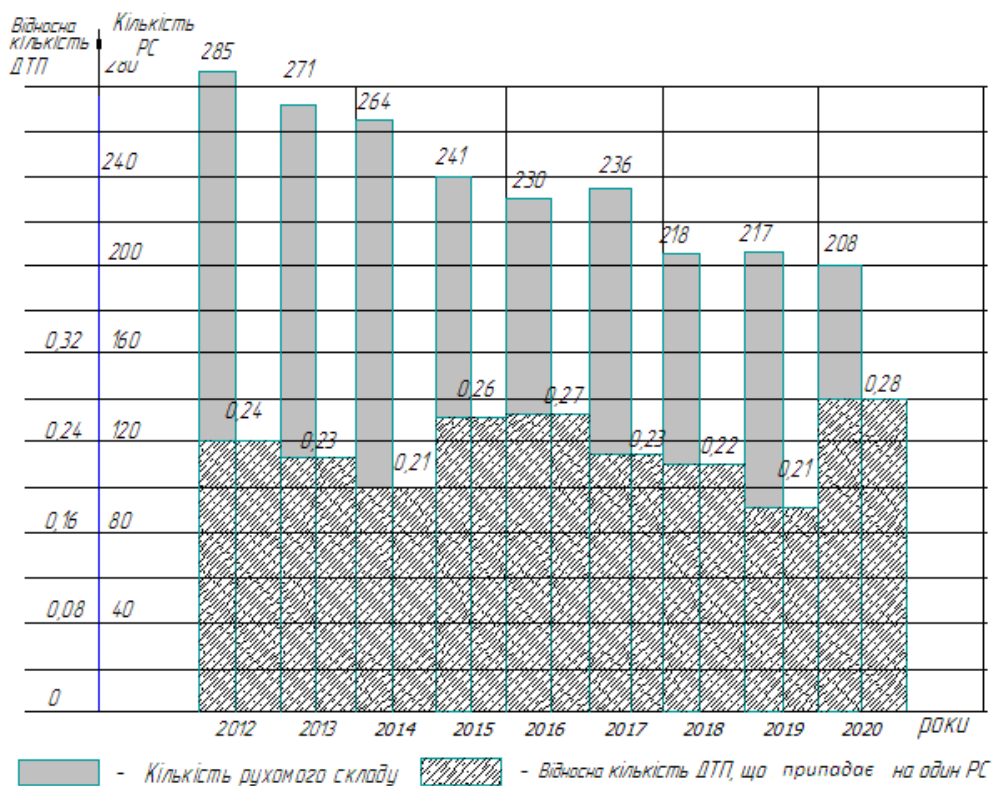


Рисунок 1.2 – Змінювання кількості рухомого складу і відповідної кількості ДТП за роками

Також використовують кількість ДТП з розрахунку на одиницю пробігу рухомого складу. На рисунку 1.3 подані діаграми змінювання абсолютних показників пробігу рухомого складу і відносних показників ДТП стосовно значень пробігу.

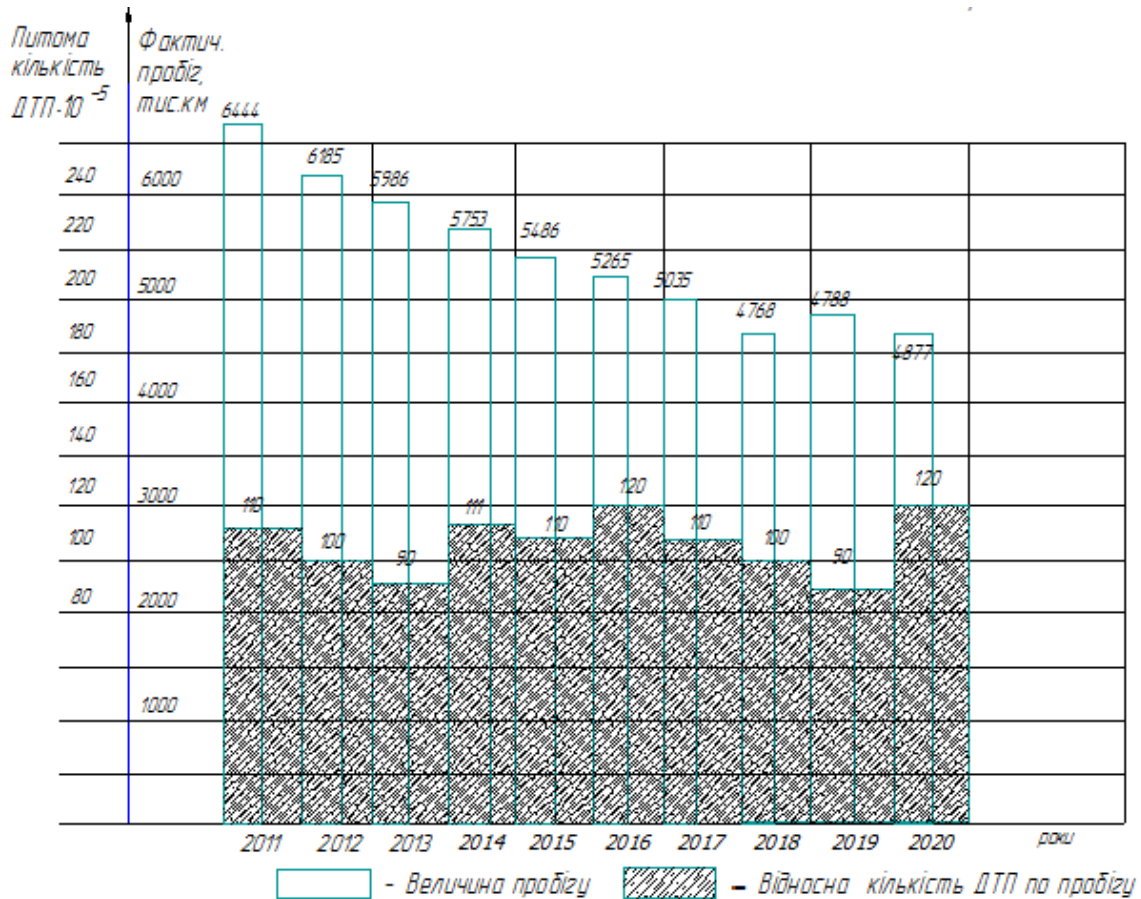


Рисунок 1.3 – Змінювання пробігу рухомого складу і відповідної відносної кількості ДТП за роками

Трамвайно-тролейбусні підприємства проводять аналіз ДТП за маршрутами. Через те що маршрути міського електротранспорту мають різну довжину, то розраховують відносні показники аварійності, встановлюючи кількість ДТП, що припадає на один кілометр довжини маршруту.

Аналіз ДТП містить вивчення розподілу кількості ДТП за видами місяцями, за причинами виникнення (перевищення швидкості, недотримання безпечних інтервалів і дистанцій, технічні несправності і конструктивні недоліки та ін.), розподіл дорожньо-транспортних пригод за днями тижня і годинами доби.

Крім цього, на підприємствах міського електротранспорту проводять аналіз динаміки ДТП відносно до аналогічного попереднього періоду часу. Цей метод використовують у разі оперативного управління, реагування на зміну обстановки з аварійністю.

Підсумкові оброблені дані можуть бути представлені в графічній формі у вигляді карт дорожньо-транспортних пригод. Такий аналіз ДТП прийнято називати топографічним аналізом. Топографічний аналіз може бути проведений на схемі маршруту, перегону, міста, частини транспортної мережі міста тощо. Кожний вид ДТП позначають умовним знаком і розміщують на схемах в місцях скоєних ДТП.

Топографічний аналіз дає змогу виявити небезпечні ділянки, а, іноді, причини виникнення ДТП. Для проведення достовірного топографічного аналізу використовують статистичні дані, які збирають протягом двох-трьох років.

Для того, щоб простежити деякі тенденції концентрації або зниження пригод після здійснення будь-яких заходів, на кожну нову карту наносять скоєні ДТП за один рік. При зіставленні річних карт з'ясовують кількість ДТП, що сталися вулицях протягом декілька років.

1.4 Причини виникнення дорожньо-транспортних пригод

У середньому на кожні 100 пригод припадає близько 250 причин і факторів, тому використовують систематизацію причин виникнення дорожньо-транспортних пригод, яка в аналізі ДТП вказує провину окремого учасника руху або недоліків технічних об'єктів. Отже, ДТП трапляються [4]:

- з вини водіїв;
- з вини пішоходів (пасажирів);
- через технічну несправність рухомого складу;
- через незадовільні дорожні умови;
- інші причини.

Дорожньо-транспортні пригоди, що виникли з *вини водіїв*, відбуваються внаслідок: не реагування на сигнали світлофорів і дорожніх знаків; перевищення встановленої швидкості, особливо на перехрестях, на поворотах і на ухилах; порушення правил руху в зонах зупиночних пунктів; недотримання пріоритетного права проїзду або встановлених правил обгону; виїзду на лінію на несправному рухомому складі; необережного водіння особливо у разі поганої погоди і слизького покриття дороги; недотримання дистанції і бічного інтервалу між транспортними засобами; порушення правил маневрування; керування транспортним засобом в нетверезому або нездоровому стані.

Вину пішоходів встановлюють за такими порушеннями: перехід дороги на червоний сигнал світлофора або у забороненому місці, ходіння по проїзній частині і її перетинання у нетверезому, неадекватному, хворобливому стані.

До *вини пасажирів* належать такі порушення: вхід до рухомого складу й вихід із нього під час закриття дверей, підбігання до трамвайного вагону, двері якого закриваються; проїзд на виступаючих частинах і сходинках рухомого складу; очікування рухомого складу на зупиночному пункті близько до бордюру або на проїзній частині.

Технічна несправність рухомого складу стається через: недосконалу або несправну гальмівну систему та рульове керування; незадовільний стан ходових частин; погану зовнішню освітленість рухомого складу та світлову сигналізацію; несправність пристроїв для автоматичного закривання дверей; відсутність сучасних приладів і пристроїв, що сигналізують про перевищення припустимої швидкості руху і цілий ряд інших.

До факторів незадовільних *дорожніх умов* належать: невідповідність світлофорного регулювання розмірам дорожнього руху, неправильністю розташування дорожніх знаків та відсутність розмітки; недостатня освітленість; поганий стан проїзної частини і рейкової колії; відсутність тротуарів та пішохідних огорожень; велика кількість інформаційних засобів, особливо в зоні перехресть; велика інтенсивність руху транспортного потоку;

погані погодні умови (туман, дощ, ожеледиця) тощо.

1.5 Види дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортною пригородою називають подію, що сталася під час руху транспортного засобу та призвела до загибелі чи поранення людей або до матеріального збитку

Класифікація дорожньо-транспортних пригод на міському електротранспорті має деякі відмінності від загальної класифікації і представлена такими видами [4, 5, 9]:

- *зіткнення;*
- *наїзди;*
- *падіння;*
- *сходження вагонів;*
- *перекидання;*
- *обрив контактного проводу.*

Зіткненням називають ДТП, у якому беруть участь щонайменше двоє рухомих транспортних засобів. Зіткнення рухомого складу з іншим (або декількома) рухомими транспортними засобами бувають попутними, зустрічними, створювані під певним кутом та дотичні.

Наїзди відрізняються від зіткнень тим, що в наїзді бере участь один рухомий транспортний засіб. *Наїзди* поділяють на наїзд на пішохода, наїзд на стоячий транспортний засіб та наїзд на нерухому перешкоду.

До *падінь* належать *падіння* пасажирів в салоні під час руху, падіння під час входу та виходу пасажирів з рухомого складу, падіння пасажирів із салону на проїзну частину та падіння голівки струмоприймача (штанги) тролейбуса.

Причиною падіння пасажирів в салоні під час руху є різке гальмування, яке виконує водій рухомого складу, щоб запобігти зіткненню або наїзду.

Падіння голівки струмоприймача (штанги) тролейбуса стається під час проїзду тролейбусом спецчастин контактної мережі і трапляється дуже рідко,

але може бути причиною травмування та загибелі випадкових перехожих. До падінь прираховують раптове падіння вантажу попереду трамваю або тролейбусу з іншого транспортного засобу.

Сходження вагонів із рейок розрізняють на прямих ділянках шляху, на повороті або стрілочному переводі. Головною причиною таких сходжень є недотримання водієм трамваю швидкості і режиму руху, незадовільний стан системи керування (блокування) стрілочних переводів, поганий стан трамвайної колії. Сходження трамвайних вагонів супроводжується тривалими затримками в русі, через що витрачається багато часу, щоб повернути трамвайний вагон на колію. Крім цього, сходження вагона може супроводжуватися його перекиданням, що має дуже тяжкі наслідки.

Отже, *перекидання* властиве трамвайному вагону внаслідок його сходження з рейок. Перекидання тролейбуса в умовах міста неможливе, тому що перекидання виникає під час руху з великою швидкістю. Можливі випадки на міжміських маршрутах, коли тролейбус втрачає керуваність на прямій ділянці дороги або на повороті, що супроводжується з'їздом з траси і, в подальшому, перекиданням.

Обрив контактного проводу мережі електричного транспорту прирівнюють до ДТП тому, що цьому випадку притаманні усі наслідки, визначені поняттям «дорожньо-транспортна пригода» [4]: вона стається під час руху, має матеріальні збитки, пов'язані з відновленням контактної мережі і затримок під час руху і може привести до загибелі і пораненню людей.

Не належить до ДТП пожежа на рухомому складі – її прираховують до надзвичайної ситуації. Якщо будь-яка пригода трапляється на території депо, то її класифікують як нещасний випадок на виробництві.

Необхідно зазначити, що кожний вид ДТП може бути наслідком іншого, що ускладнює їхній облік.

1.6 Головні терміни й визначення

Державній стандарт України (ДСТУ) 2935-94. Безпека дорожнього руху та Галузеві комунальні норми України ГКН 02.05.009-01. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Організація оперативного контролю за безпекою руху встановлюють терміни і визначення понять в галузі безпеки дорожнього руху. Наведемо головні з них [4].

Аварійність – сукупність ДТП, які здійснили учасники дорожнього руху.

Аналіз аварійності – виявлення повторів чи закономірностей виникнення ДТП та обставин, що сприяли їхньому виникненню.

Безпека дорожнього руху – характеристика дорожнього руху, що визначає аварійність.

Водій – особа яка керує транспортним засобом.

Дорожній рух – процес руху дорогами транспортних засобів та учасників дорожнього руху.

Дорожня обстановка – сукупність факторів, що характеризують дорожні умови, транспортний потік, учасників дорожнього руху та метеорологічні.

Дорожні умови – сукупність транспортно-експлуатаційних та ергономічних характеристик дороги, обладнання технічними засобами регулювання дорожнього руху та інших факторів, які впливають на експлуатаційні властивості, режим та безпеку руху.

Небезпека для руху – дорожня ситуація, в якій водій має негайно вжити ефективних заходів, щоб уникнути дорожньо-транспортної пригоди.

Активна безпека – сукупність конструктивних якостей транспортного засобу та дороги, що дає змогу шляхом активних дій учасників дорожнього руху запобігти дорожньо-транспортній пригоді або знизити тяжкість її можливих наслідків.

Пасивна безпека – сукупність конструктивних якостей транспортного засобу та дорожніх споруд, що забезпечують виключення чи зниження тяжкості наслідків дорожньо-транспортної пригоди без активних дій дорожнього руху.

Видимість у напрямку руху – максимальна відстань, на якій з місця водія розпізнають межі між елементами дороги.

Інтервал – відстань між бічним габаритом транспортного засобу та об'єктом(суб'єктом), що перебуває на дорозі.

Дистанція – відстань від передньої габаритної точки транспортного засобу до задньої габаритної точки транспортного засобу, що рухається попереду.

Гальмівний шлях – відстань, яку проходить транспортний засіб від початку приведення в дію органу керування гальмівної системи до кінця гальмування.

Зутичний шлях - відстань, пройдена транспортним засобом від моменту виявлення водієм небезпеки для руху до моменту зупинки транспортного засобу внаслідок гальмування.

Зупинка – припинення руху транспортного засобу на час, що необхідний для посадки (висадки) пасажирів або його завантаження (розвантаження), а також для виконання вимог сигналів регулювання дорожнім рухом.

Керування безпекою руху – процес впливу на учасників дорожнього руху, транспортні засоби, стан дороги і дорожній рух шляхом застосування науково-методичного, нормативного, технічного, технологічного, організаційного забезпечення з метою попередження виникнення ДТП та зниження тяжкості їхніх наслідків.

Запитання для самоконтролю

1. Що називають дорожньо-транспортною пригодою?
2. Які правила обліку ДТП?
3. Що є кількісним і якісним аналізом ДТП?
4. Визначте основні місця концентрації пригод на транспортній мережі і поясніть, чому ці місця є більш аварійними. Визначте призначення карт дорожньо-транспортних пригод.

5. Надайте визначення поняттям «аварійність», «безпека дорожнього руху», «небезпека для руху», «активна безпека», «пасивна безпека», «дорожні умови».

6. Назвіть нормативну документацію, яку використовують у сфері безпеки дорожнього руху.

7. Визначте призначення нормативних документів у сфері безпеки дорожнього руху.

8. Як класифікують дорожньо-транспортні пригоди на підприємствах міського електротранспорту?

9. Визначте причини виникнення дорожньо-транспортних пригод і поясніть їх за порушеннями.

10. Яка, на Ваш погляд, більш вагома причина виникнення ДТП і чому?

11. Надайте аналіз видів зіткнень транспортних засобів. В якому випадку зіткнення не характеризують як ДТП?

12. Чим характеризують наїзди та як їх поділяють?

13. Надайте визначення активної та пасивної безпеки.

Лекція 2

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ

План

2.1 Підрозділи системи управління на різних етапах забезпечення безпеки руху.

2.2 Ієрархія підпорядкованості працівників безпеки руху та їхні обов'язки.

2.3 Організація та порядок проведення оперативного контролю.

2.4 Контроль дотримання вимог безпеки руху на лінії.

2.5 Забезпечення безпеки руху трамвая і тролейбуса під час випуску.

2.6 Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригод.

2.1 Підрозділи системи управління на різних етапах забезпечення безпеки руху

Початковим станом забезпечення безпеки руху є етапах проектування і розробки. Проектуванню підлягають усі головні елементи системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище». Рухомий склад і дорожнє середовище проектують за вимогами нормативної документації, підлягають нормуванню і умови праці водія. Отже, успішність виконання завдань щодо забезпечення безпеки руху на стадії проектування залежить від наявності попередньо розроблених нормативних документів, які мають всебічно охоплювати весь процес проектування і розроблення. Технічне гарантування безпеки руху на етапі проектування і розроблення полягає в узгодженні проектних рішень із Державною інспекцією з містобудування і управлінням Національної поліції.

Наступним станом системи забезпечення безпеки руху є стан створення. Протягом цього етапу ведеться будівництво та інженерне облаштування шляхів для руху міського електротранспорту, формування відповідної дорожньої інфраструктури, виготовлення рухомого складу та підготовка водіїв до водіння. Головними особами приймальної комісії на цьому етапі є працівники відділу міського управління Національної поліції та начальник Служби безпеки дорожнього руху підприємства.

На етапі експлуатації безпека руху залежить від контролюючих органів – відповідного відділу міського управління Національної поліції та Служби безпеки дорожнього руху підприємства. Крім цього, за безпеку руху на цьому етапі відповідають:

- депо, функціями яких є утримання, ремонт і обслуговування рухомого складу. Депо має забезпечувати безвідмовність рухомого складу, що гарантується системою планово-попереджувальних ремонтів і діагностуванням;
- служба організації і планування руху міського електротранспорту, яка організовує рух по маршрутах. Завданням цієї служби є встановлення таких

експлуатаційних характеристик маршрутів і розробки розкладів руху, які гарантували б найвищі показники перевезень за дотримання умов безпеки руху;

- диспетчерські служби, які створюють контроль виконання руху на маршрутах трамвая і тролейбуса, забезпечують оперативне керівництво в разі затримання руху;

- служба колії та дорожньо-експлуатаційне управління, які здійснюють утримання, прибирання, обслуговування і ремонту трамвайних шляхів і дорожніх одеж;

- монтажні-експлуатаційні підприємства, функціями яких є забезпечення проїзних частин розміткою, дорожніми знаками, розміщенням, живленням, експлуатацією і ремонтом світлофорних об'єктів;

- служба організації дорожнього руху, яка здійснює розроблення режимів роботи світлофорних об'єктів і відеонагляд за дорожнім рухом;

- енергослужба, що відповідає за утримання, обслуговування і ремонт контактної-кабельної мережі та забезпечує живлення цих мереж;

- управління водопроводу та каналізаційне господарство, які обслуговують приймачі дощових стоків;

- підприємство міського освітлення доріг, яке відповідає за стан опори й світильників.

Головними функціями системи управління безпекою руху є організація дієвого оперативного контролю за станом безпеки руху на трамвайних і тролейбусних маршрутах.

Оперативний контроль роботи водіїв є одним із найбільш ефективних заходів всього комплексу системи управління безпекою руху, що спрямовується на попередження ДТП і охоплює [4]:

- контроль виконання водіями вимог Правил дорожнього руху, Правил технічної експлуатації, службової інструкції та інших документів щодо забезпечення безпеки руху;

- вивчення умов руху на маршрутах, виявлення небезпечних в аварійному відношенні ділянок і місць;

– розробку і впровадження пропозицій щодо поліпшення безпеки руху на трамвайних і тролейбусних маршрутах.

Система оперативного лінійного контролю є постійно діючою і є чотирьох ступеневою системою [4].

2.2 Ієрархія підпорядкованості працівників безпеки руху та їхні обов'язки

Для організації роботи з безпеки руху міського електротранспорту на всіх рівнях управління створені Служби безпеки дорожнього руху

Робота щодо забезпечення безпеки дорожнього руху проводиться у міністерствах, центральних органах державної виконавчої влади, на підприємствах, у їхні об'єднаннях, установах і організаціях, які мають на балансі рухомий склад і які займаються його експлуатацією. Завданнями забезпечення безпеки руху на підприємстві займається структурний підрозділ – служба безпеки дорожнього руху або окремі фахівці з цих питань [1].

Служба безпеки дорожнього руху міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади підпорядковується безпосередньо їхнім керівникам або за рішенням керівника – одному з його заступників. Служба безпеки дорожнього руху підприємства, об'єднань підприємств, установи, організації підпорядковується безпосередньо їхнім керівникам.

Служба безпеки дорожнього руху прирівнюється до основних виробничо-технічних служб і у своїй діяльності взаємодіє з відповідними підрозділами Нацполіції та іншими органами, діяльність яких пов'язана з безпекою дорожнього руху.

Усі документи, що розробляються структурними підрозділами міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, підприємств, їхніх об'єднань, установ і організацій погоджуються із службою безпеки дорожнього руху з питань її повноважень [1].

Кожне підприємство має певну структуру підпорядкованості працівників, які відповідають за безпеку руху. Порядок підлеглості, кількість рівнів керування залежить від розмірів підприємства та його цілей.

У випадку коли підприємство має у своєму складі об'єднання окремих підприємств, наприклад трамвайно-тролейбусне управління та трамвайні і троллейбусні депо, то головним у структурі безпеки руху є начальник (директор) трамвайно-тролейбусного управління. Йому підпорядковується начальник служби безпеки дорожнього руху управління (далі – СБДР). Його підлеглими є інженери, технологи; змінні чергові ревізори; начальники маршрутів, водії-наставники. Начальник маршруту знаходиться у підпорядкуванні начальника СБДР. Водій-наставник підпорядковується безпосередньо начальнику маршруту й оперативному центральному диспетчеру служби руху.

Структура підпорядкованості працівників, які відповідають за безпеку руху в разі об'єднання окремих підприємств подана на рисунку 2.1.

Водій під час виконання службових обов'язків, безпосередньо підпорядкований начальнику маршрутів. Під час випуску з депо він має виконувати розпорядження диспетчера депо. Роботу водія на лінії контролюють центральний та лінійний диспетчер АСДУ, водій-наставник, контролер-ревізор, робітники відділів експлуатації і безпеки руху підприємства, працівники поліції.

Начальнику Служби безпеки дорожнього руху оперативно підпорядковані начальники відділів безпеки трамвайних і троллейбусних депо та інженери з безпеки всіх транспортних засобів, що є на балансі підприємства.

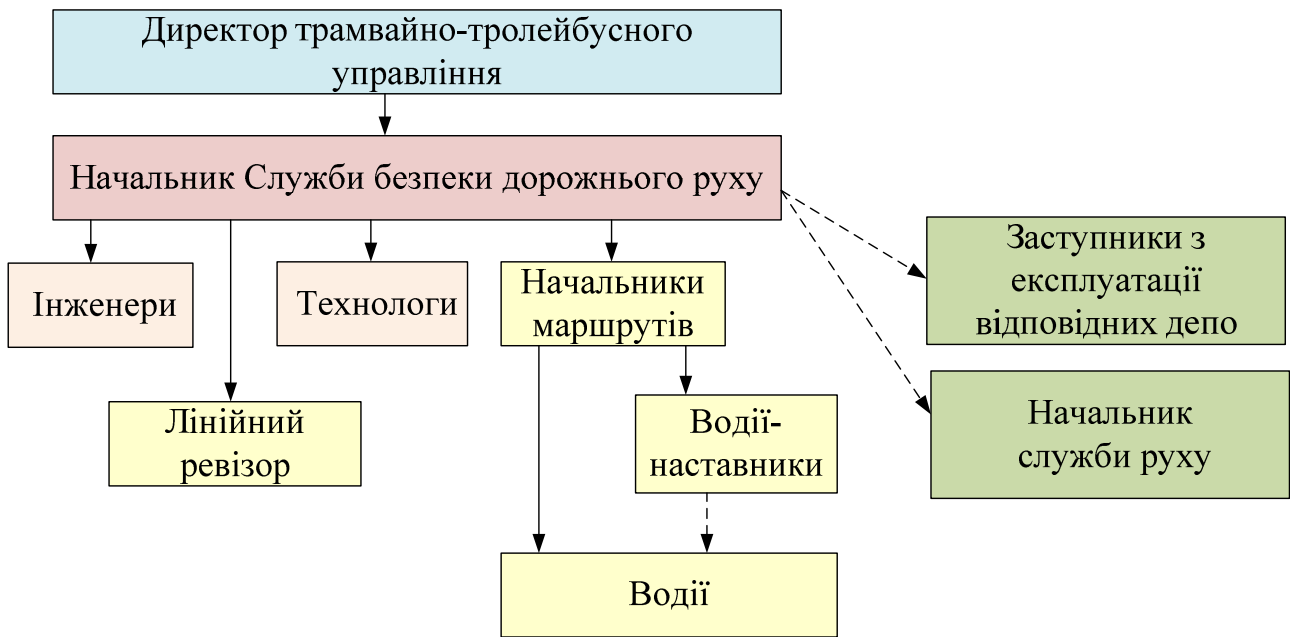


Рисунок 2.1 – Структура підпорядкованості працівників, які відповідають за безпеку руху в разі об’єднання окремих підприємств

Начальник СБДР очолює й координує роботу щодо забезпечення безпеки руху. Усі робітники СБДР, крім начальника, відповідають за один бік обов’язків. Начальник СБДР має заступника, що планує роботу інженерів СБДР на місяць.

До видів робіт інженерів Служби безпеки дорожнього руху належать [1]:

- оцінка під час оперативного контролю виконання водіями рухомого складу правил, інструкцій, наказів, інших керівних матеріалів щодо забезпечення безпеки руху;
- перевірка знання водіями правил дорожнього руху і правил технічної експлуатації трамваїв, тролейбусів;
- проведення інструктаж водіїв щодо особливостей роботи на лінії;
- перевірка якості підготовки рухомого складу перед випуском на лінію (у групі представників з інших депо);
- виїзд на місце аварії й дорожньо-транспортних пригод;

– участь у розслідуванні дорожньо-транспортних пригод та проведення їхнього аналізу і причин. Розробка заходів щодо їхнього усунення та запобігання;

– підтримання необхідного зв'язку з органами Нацполіції щодо питань безпеки руху.

– ведення відповідної документації: справи про ДТП, у яких містяться копії протоколів огляду, схеми ДТП, копії довідок (медичних, з депо про стан рухомого складу, довідки з гідрометеослужби і лікарні) і виписки з наказів про виконання за підсумками; оригінали актів перевірок, доповідних записок, копії наказів;

– участь у роботі атестаційної комісії, у комісії з проведення випробувань. Ведення обліку та аналізу аварій, а також випадків браку в роботі.

У разі якщо депо є окремим структурним підрозділом, співробітниками є заступник з експлуатації депо, начальники маршрутів, водій-наставник Усіма питаннями безпеки руху на маршрутах депо займається начальник Служби безпеки руху депо, у підпорядкуванні якого є інженер і технолог, лінійний ревізор із безпеки руху.

Начальник Служби безпеки руху депо, на якого покладений обов'язок забезпечення безпеки руху рухомого складу депо, безпосередньо підлеглий директору депо, а оперативного начальника Служби руху.

Завданням депо є підготовка рухомого складу для роботи на лінії, що забезпечувало б безпечні перевезення пасажирів. Цими питаннями в депо безпосередньо займається система випуску рухомого складу (рис. 2.2).

В основі системи випуску рухомого складу (рис. 2.2) перебувають: майстри виробничої бази депо, які відповідають за працездатний стан рухомого складу щоденного технічного обслуговування і ТО-1, майстер відділу технічного контролю, який засвідчує справність рухомого складу; черговий диспетчер-випускаючий, який засвідчує готовність рухомого складу і водія до роботи; медичний робітник, який засвідчує працездатний стан водія; водій, на

якого покладено завдання прийняти рухомий склад і стежити за його працездатністю під час руху по маршруту.

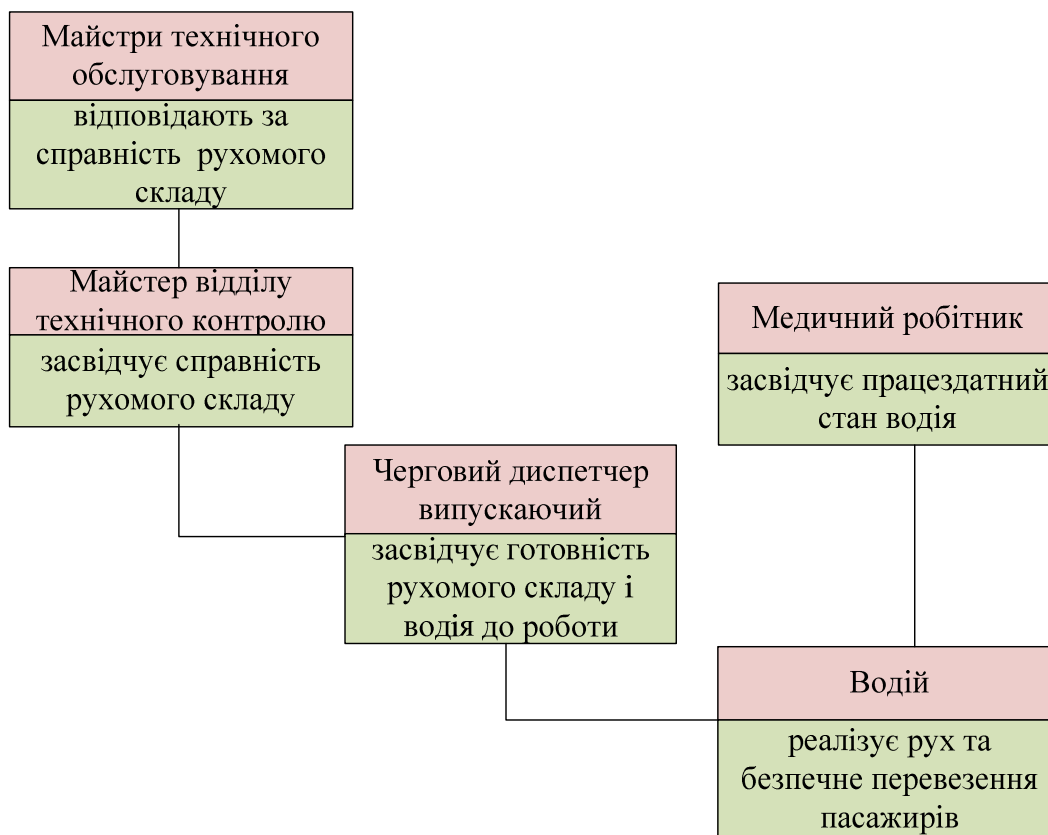


Рисунок 2.2 – Система випуску рухомого складу

Старшими стосовно Служби безпеки дорожнього руху є органи Нацполіції. Працівники Служби безпеки дорожнього руху мають виконувати всі їх приписи. Функції працівників Нацполіції – здійснювати навчання, контроль і покарання. Навчання складається у підготовці курсантів під контролем реєстраційно-екзаменаційного відділу Нацполіції. Контроль за роботою міського електротранспорту щодо виконання Правил дорожнього руху виконує дорожньо-патрульна служба. У разі їхнього порушення начальник трамвайно-тролейбусного управління й начальник Служби безпеки дорожнього руху караються адміністративно.

Головні завдання та обов'язками служби безпеки руху:

- розроблення та проведення заходів, спрямованих на забезпечення безпеки дорожнього руху, вивчення та поширення позитивного досвіду щодо забезпечення безпеки дорожнього руху;
- виховання у водійського складу та інших працівників почуття високої відповідальності за забезпечення безпеки перевезень, підвищення професійної майстерності водіїв;
- здійснення контролю за діяльністю інших служб і підрозділів, пов'язаних із вирішенням питань забезпечення безпеки дорожнього руху;
- аналіз стану аварійності та фактів порушення вимог з безпеки дорожнього руху, розроблення разом із відповідними структурними підрозділами заходів щодо запобігання їм і контролю за проведенням цих заходів;
- здійснення виїздів на всі ДТП, затримки руху трамвая і тролейбуса, проведення службового розслідування, встановлювання конкретних винуватців пригод;
- облік і подання в установленому порядку органам державної виконавчої влади звітної інформації про дорожньо-транспортні пригоди та їх наслідки;
- розробка або участь у розробці наказів, вказівок, інструкцій та інших нормативних документів з питань забезпечення безпеки руху [1, 4].

2.3 Організація та порядок проведення оперативного контролю

Організація оперативного контролю за додержанням безпеки руху на міському електротранспорті здійснюється за багатоступеневою схемою (рис. 2.3) [4]: перший, другий і третій ступені проводять у трамвайних (тролейбусних) депо; четвертий – охоплює все підприємство, вищий ступінь проводить Головна державна технічна інспекція міського електротранспорту Держбуду України.

Перший ступінь оперативного контролю проводять щоденно посадові особи лінійного персоналу депо і служб згідно з місячними графіками роботи.

Під час проведення першого ступеня оперативного контролю перевіряють обов'язковість проходження передрейсового медичного огляду,

наявність посвідчення на право керування трамвайним вагоном (тролейбусом), поїзної документації, екіпірування рухомого складу та його технічний стан. Крім цього перевіряють виконання водіями перед виїздом на маршрут та під час роботи на лінії вимог Правил дорожнього руху, Правил експлуатації тощо. Також перевіряється технічний стан трамвайної колії, контактної мережі, дорожнього покриття, технічних засобів регулювання дорожнім рухом, освітленість маршрутів в темну пору доби, стан зупиночних пунктів.

Виявлені порушення записують до журналу оперативного контролю за станом безпеки руху. У цьому журналі також позначають своєчасність усунення виявлених раніше недоліків,

Другий ступінь оперативного контролю проводять не менше трьох разів на місяць посадовою особою середньої ланки управління трамвайного (тролейбусного) депо (начальником відділу експлуатації), начальником відділу безпеки руху депо, іншими посадовими особами.

Під час проведення другого ступеня оперативного контролю перевіряють дотримання встановленої періодичності та повноти проведення першого ступеня оперативного контролю, виконання заходів щодо усунення раніше виявлених недоліків та порушень; інші питання, що визначені планами заходів, розпорядженнями (наказами) по підприємству (депо, службі) стосовно безпеки дорожнього руху.

Результати перевірки фіксують у журналі оперативного контролю за станом безпеки руху із зазначенням ступеня контролю, термінів та відповідальних за усунення виявлених недоліків.

Третій ступінь оперативного контролю проводить щомісячно комісія депо, що складається з посадових осіб.

Напрями перевірок стану безпеки руху визначаються кварталними планами заходів депо (служби) щодо створення безпеки дорожнього руху.

Під час проведення третього ступеня оперативного контролю перевіряють: дотримання періодичності та повноти проведення першого і другого

ступенів оперативного контролю, усунення раніше виявлених недоліків і порушень; ведення обліково-звітної документації з безпеки руху; виконання поточних та перспективних планів заходів, наказів та розпоряджень з питань безпеки руху; підготовленість водіїв до роботи в осінньо-зимовий і весняно-літній періоди результати проведення державного технічного огляду рухомого складу.

За підсумками оперативної наради готується рішення, яке після затвердження керівником депо (служби) набирає чинності наказу.

Четвертий ступінь оперативного контролю проводить щокварталу комісія підприємства.

Під час проведення четвертого ступеня оперативного контролю перевіряють стан безпеки руху на підприємстві, організацію та ефективність проведення оперативного контролю нижчих ступенів; виконання посадовими особами вимог чинних нормативних документів, наказів щодо створення безпеки руху, а також попередніх рішень; інші питання з безпеки руху, виходячи з умов роботи підприємства.

За результатами четвертого ступеня оперативного контролю керівник підприємства проводить оперативну нараду. Оперативна нарада дає оцінку рівня безпеки руху в депо (службах) та на підприємстві в цілому, встановлює терміни виконання і визначає відповідальних за усунення виявлених недоліків.

Вищий ступінь оперативного контролю проводить Головна державна технічна інспекція міського електротранспорту Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України відповідно до затвердженого графіка.

При проведенні вищого ступеня оперативного контролю перевіряються: додержання підприємством законодавства про рух, інших нормативних документів, які регламентують роботу міського електротранспорту з питань безпеки дорожнього руху; виконання рішень з питань безпеки руху, що прийняті Держбудом України та іншими органами центральної виконавчої влади; технічний стан об'єктів міського електротранспорту та організація їх безпечної експлуатації; укомплектованість і ефективність роботи відділів

(служб) безпеки руху; стан аварійності та заходи щодо профілактики ДТП; якість і своєчасність подання статистичної звітності та ін.

ВИЩИЙ СТУПІНЬ

Головна державна технічна інспекція міського електротранспорту

Держбуду України

Відповідно до графіка перевірок підприємств

ІV СТУПІНЬ

Комісія підприємства

Щоквартально

ІІІ СТУПІНЬ

Комісія депо (служби)

Щомісячно

ІІ СТУПІНЬ

Керівники відділів (служб) трамвайних (тролейбусних) депо

Три рази на місяць

І СТУПІНЬ

Лінійно-технічний персонал депо (служби)

Щоденно

Рисунок 2.3 – Ступені оперативного контролю [4]

Вищий ступінь оперативного контролю має завершуватись нарадою керівників структурних підрозділів підприємства. За результатами перевірок готують та виносять на розгляд керівника підприємства, органів місцевого самоврядування пропозиції, що спрямовані на запобігання виявлених порушень

чинного законодавства та нормативних актів, поліпшення стану безпеки перевезень пасажирів підприємством.

За результатами вищого ступеня оперативного контролю підприємство розробляє і здійснює заходи щодо усунення виявлених недоліків та інформує про це Головну державну технічну інспекцію міського електротранспорту.

2.4 Контроль дотримання вимог безпеки руху на лінії

Контроль за виконання водіями Правил дорожнього руху, Правил експлуатації трамвая і тролейбуса, Посадової інструкції та інших нормативних документів здійснюють за планом інженери служби безпеки дорожнього руху (далі – СБДР) [1]. Для проведення контролю начальник СБДР готує розпорядження, яке стосується інженера СБДР і заступника начальника відділу експлуатації депо. Для проведення контролю залучають начальників маршрутів, водіїв-наставників, водіїв депо, які не пов'язані із ділянками і маршрутами, що підлягають контролю. Інженер СБДР збирає залучених до контролю осіб та відповідно інструктує їх.

Контроль може бути суцільним (охоплює усі маршрути) задля виявлення порушень і оцінки дотримання правил безпеки серед усіх водіїв підприємства та вибіркоvim. Вибірковий контроль проводять для того, щоб оцінити роботу окремих водіїв, які претендують на підвищення класу кваліфікації, його підтвердження або відновлення, та тих водіїв, які мали певні порушення або були учасниками дорожньо-транспортної пригоди тощо.

Якість керування рухомим складом контролюючі особи оцінюють шляхом співставлення фактичних дій водія з вимогами нормативних документів [8, 11] для конкретних ситуацій на маршруті.

Особи, які здійснюють контроль, можуть перебувати [4]:

– у кабіні рухомого складу у випадках, що передбачені [6], та у салоні рухомого складу (контролююча особа в цьому випадку спостерігає за виконанням контрольних-показових поїздок водіїв);

- поблизу рухомого складу на місці відстою;
- на зупиночному пункті;
- на тротуарах та пішохідних доріжках, поблизу місць розташування спецчастин контактної мережі та колії, на поворотах, біля світлофорних об'єктів та пішохідних переходів, на ділянках із небезпечними умовами руху.

Бригада залучених осіб оцінює дотримання вимог безпеки руху за такими видами:

1) контроль безпеки руху під час заїзду до зупиночного пункту, що полягає у спостереженні за швидкістю і уповільненням рухомого складу, правильністю розташування його стосовно знаку зупинки, своєчасністю відкриття дверей та оголошення зупинки;

2) контроль безпеки руху під час відправлення з зупиночного пункту полягає в оцінці своєчасного закриття дверей, контролю водієм трамвая правого боку, контролю водієм тролейбуса лівого боку, вибору початкового прискорення, своєчасного увімкнення водієм тролейбусу сигналу повороту у разі виїзду з «кишені»;

3) контроль безпеки руху під час виконання лівих і правих поворотів полягає в оцінці своєчасного увімкнення сигналів повороту і правильного перестроювання у разі виконання лівого повороту тролейбуса, слідування сигналам світлофорів, наближення до тротуару, вибору режиму й швидкості руху для перетинання перехрестя і пішохідних переходів;

4) контроль безпеки руху під час проїзду світлофорів і знаків обмеження полягає у фіксуванні обраних режиму й швидкості руху; вибору уповільнення (плавності руху); розташування рухомого складу під час зупинки стосовно стоп-лінії;

5) контроль безпеки руху на вільних ділянках маршрутів оцінює вибір режиму руху; відповідність швидкості стану дорожнього покриття та трамвайного шляху;

б) контроль безпечного проїзду зтяжних ухилів полягає в оцінці дій водія, а саме обов'язковість зупинки перед ухилом та перевірки справності гальмівної системи;

7) контроль безпеки руху під час проїзду трамвая по стрілочним переводам оцінює вибір швидкості руху, порядок наближення наступного вагону та порядок роз'їзду зустрічних вагонів у кривій трамвайного шляху.

Усі порушення, які були виявлені на лінії контролюючою бригадою, фіксують у журналі проведення оперативного контролю за єдиною думкою. У журнал записують інвентарний номер рухомого складу, номер маршруту, визначають класифікацію порушень. За виявленими порушеннями начальник СБДР підготовлює припис, який передають начальникові депо, на якого покладається контроль за виконанням прийнятих рішень.

Крім організованих рейдів безпеки руху, кожного дня також проводять контроль за роботою водіїв лінійні ревізори безпеки руху, начальники маршрутів, водії-наставники і (за наявності) диспетчера кінцевих і проміжних пунктів.

2.5 Забезпечення безпеки руху трамвая і тролейбуса під час випуску

Для проведення готовності рухомого складу для роботи на лінії інженер служби безпеки дорожнього руху та відповідні особи виконують в депо контроль в період ночі й до випуску.

Інженер служби безпеки дорожнього руху збирає притягнутих та проводить інструктаж. Про проведення заходу сповіщається майстер щоденного обслуговування депо й приймальник відділу технічного контролю. Контролю підлягають машини та вагони, прийняті приймальником у період просування оглядовою канавою.

Зміст перевірки тролейбусної машини полягає в такому [6]:

1) перевірка роботи гальм (матеріал наведено у лекції 7).

2) перевірка герметичності пневматичного обладнання – витік повітря на слух і за показниками на панелі керування відповідно із технічною документацією);

3) проведення огляду коліс – це візуальний огляд: виявляють можливі розриви, порізи; перевіряють висоту протектора, що повинна бути не менше 2 мм. Також перевіряють кріплення колеса та тиск у шинах;

4) перевірка рульового керування: люфт рульового колеса має не перевищувати 25 градусів у положенні керованих коліс відповідно до прямолінійного руху. Має бути забезпечена легкість обертання рульового колеса. Якщо потрібно прикладати більше зусилля (більше 25 Н) – це явище «тугий руль», при якому експлуатація машини заборонена. Також перевіряють відсутність масла з картера рульового механізму;

5) перевірка стоп-сигналів шляхом натискання гальмівної педалі, фари, підфарники і габаритні вогні;

6) перевірка роботи дверей – їх повнота закриття, стану контактних вставок та мотузок струмоприймачів та їх натягіння, роботу склоочисників та мутність дзеркал;

7) перевірка наявності екіпірування тролейбусної машини (рукавиці, сигнальні жилети, противідкатний башмак, набір запобіжників, вогнегасник);

8) наявність документів у водія: право на водіння, шляховий лист, технічний журнал.

Контроль параметрів, що створюють безпеку руху трамвая полягають у наступному:

1) перевіряють гальмо рейкове поворотом рукоятки на шостій позиції, включення й перевірка під час руху в парку.

2) проводять огляд ходових частин: висота реборди має бути не менше 13 мм та товщина – не менше 8 мм та відсутність викришення на реборді бандажу, товщина бандажа не має бути менше 25 мм.

3) перевіряють екіпірування трамвая (зчіпка, ломик, рукавиці, сигнальні жилети, набір запобіжників, вогнегасник, бункер з піском) та роботу пісочниць:

4) перевіряють роботу «стоп-сигналів» фар, габаритних вогнів, дверей – склоочисників; склообогрівачів, мутність дзеркал.

Якщо за результатами перевірки особи, які виконують контроль, зафіксували наявність відхилень від вимог Правил експлуатації трамвая та тролейбуса мають право заборонити випуск рухомого складу.

2.6 Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригод

Дії посадових осіб під час дорожньо-транспортних пригодах умовно поділяють на чотири фази.

Перша фаза – це фаза оповіщення і обмін інформацією про пригоду. Інформація про дорожньо-транспортну пригоду може надійти у відповідні служби від будь-якої особи. Завданнями служб є доведення інформації до інших служб, використовуючи прямі канали зв'язку.

Відповідно до Посадової інструкції водія, він має повідомити про пригоду в органи внутрішніх справ, швидку допомогу та сповістити представників свого підприємства: довести інформацію до центрального диспетчера, зв'язатися з фахівцем служби безпеки дорожнього.

Робітники швидкої допомоги у разі надходження до них повідомлення про ДТП повинні за отриманою інформацією оцінити наслідки пригоди, та направити на місце пригоди потрібну кількість бригад та необхідне екіпірування машин швидкої допомоги.

Якщо черговий диспетчер МВС перший приймає повідомлення про ДТП, тоді він повинен викликати на місце пригоди швидку медичну допомогу, направити до місця пригоди найближчий наряд патрульної поліції.

Центральний диспетчер, отримавши інформацію про ДТП, повинен у найкоротший термін організувати виїзд на місце ДТП технічної, медичної та іншої допомоги та проводити радіопереговори і консультації про стан учасників пригоди.

Центральний диспетчер, зі свого боку, має уточнити достовірність отриманої інформації і передати її черговим диспетчерам МВС і швидкої

допомоги. Крім того, центральний диспетчер має з'ясувати чи не має загоряння рухомого складу, обриву контактного проводу, наявних пошкоджень дороги або трамвайного шляху і, у разі необхідності, має зв'язатися з відповідальними службами та здійснювати контроль за виїздом чергових бригад та груп посадових осіб трамвайно-тролейбусного управління. Він сповіщає:

- керівництво рухом (головного інженера трамвайно-тролейбусного управління, який виїздить на місце ДТП);
- начальника Служби безпеки дорожнього руху, який разом з інженером своєї служби організує виїзд на місце ДТП;
- заступника з оперативного керівництва, начальника Службу руху, які виїжджають на місце ДТП;
- начальника або головного інженера Службу рухомого складу – вони організують виїзд;
- представників відповідного депо: начальника депо або його заступника з експлуатації, фахівця з безпеки руху – вони організують виїзд на місце пригоди;
- представник Служби електропостачання – він виїздить до місця ДТП у разі обриву контактного проводу;
- представники Служби шляху, Служби експлуатації доріг – вони організують виїзд у разі виникнення ДТП, впливовий фактор якого належить до сфери їхньої компетенції.

Друга фаза дій посадових осіб під час ДТП – це уточнення й організація початку робіт на місці ДТП і в структурних підрозділах підприємства. На підставі уточненої інформації про обставини ДТП відповідними службами підприємства організовується збір документів:

- у депо на рухомий склад (довідка про стан рухомого складу: строк його експлуатації, виконаний пробіг, види й кількість ремонтів, режим роботи випуску на цей день, виписка із книги заявок);

– у відділі кадрів збирають дані на водія (термін роботи, класність, які були порушення, які здійснені ДТП, періодичність проходження інструктажів тощо);

– у службі шляху і в служби електропостачання – технічні паспорти ділянки з довідками про термін обслуговування та ремонту шляху і контактної кабельної мережі;

– у службі експлуатації доріг – технічний паспорт ділянки з довідками про термін обслуговування та ремонту.

Водій тролейбусної машини (трамвайного вагону), перебуваючи на місці ДТП, не повинен порушувати розташування рухомого складу, переміщувати предмети, що мають відношення до пригоди. Він повинен включити аварійну світлову сигналізацію, встановити знак аварійної зупинки і забезпечити вихід пасажирів із салону через одні двері, а під час надзвичайної ситуації (пожежі, перекидання) він має допомогти пасажирам залишити салон.

Незважаючи на наслідки пригоди, робітники поліції, прибувши на місце ДТП, мають швидко оцінити обстановку для того, щоб подати попередню інформацію про пригоду до чергової частини підрозділу МВС для направлення на місце ДТП чергової патрульної машини з інспектором та слідчим МВС (для встановлення ознак злочину).

З метою збереження слідів та інших об'єктів на місці ДТП необхідно виключити можливість порушення обстановки місця пригоди до її огляду і забезпечити її фіксацію. Для цього організовується охорона місця пригоди, а за необхідності обмежують або змінюють рух транспорту[7].

Завданням робітників МВС на місці ДТП є встановлення осіб-учасників та отримання від них документів (посвідчення водія, свідоцтва про реєстрацію транспортного засобу, договору обов'язкового страхування власників наземних транспортних засобів); від водія трамвая (тролейбуса) – посвідчення на водіння, технічного журналу на рухомий склад, шляхового листа. Після цього представники поліції здійснюють необхідні заміри, складають схему ДТП,

оформлюють інші матеріали, за необхідності проводять оцінку стану сп'яніння та видають учасникам ДТП належні документи про пригоду.

У разі якщо в місці ДТП рух транспорту обмежується, а рух електричного транспорту стає неможливим, центральний диспетчер має організувати об'їзд місця ДТП іншими вулицями згідно з розробленими на підприємстві маршрутами обхідного руху. Це розпорядження доводиться до диспетчерів автоматизованої системи диспетчерського керування, а за її відсутності – до диспетчерів кінцевих станцій та проміжних пунктів. Рухомий склад, який неможливо направити об'їзним шляхом і розвернути, залишають на місці доти, доки не будуть проведені усі слідчі дії на місці ДТП і відновиться рух.

Якщо фіксація місця дорожньо-транспортної пригоди загрожує життю або здоров'ю потерпілих, то за розпорядженням лікаря швидкої допомоги обстановка місця ДТП може бути порушена. У цьому випадку лікар швидкої допомоги має надати свідчення після надання допомоги потерпілому або після доставки його до лікарняного заходу у відділку поліції.

До обов'язку інженерів Служби безпеки дорожнього руху входить проведення особистих слідчих дій на місці ДТП: вони мають узяти інформацію в першій прибулої особи, записати прізвища, імена, адреси та інші дані свідків. Паралельно з оперативним працівником МВС інженер Служби безпеки дорожнього руху складає протокол огляду місця ДТП, беручи участь в цьому як понятий. Після прибуття до свого управління інженер Служби безпеки дорожнього руху складає рапорт, у якому вказує усі обставини ДТП, заносить відомості до журналу ДТП та у встановлений термін сповіщає найвищі органи про обставини ДТП [1].

Третя фаза дій посадових осіб на місці ДТП полягає в ліквідації наслідків пригоди. На цій стадії закінчуються роботи на місці дорожньо-транспортної пригоди.

Працівник МВС дає дозвіл на рух транспорту. Загальне керівництво за рухом трамвая або тролейбуса покладається на головного інженера управління. Свої розпорядження він дає керівникам підрозділів. Центральний диспетчер,

отримавши таку команду, організовує заходи щодо відновлення порушеного руху. На диспетчерів керування рухом покладається завдання поновити рух на маршруті за існуючим розкладом. Ті рухомі одиниці, які були направлені обхідним рухом, мають бути повернуті на маршрут, а відправлення рухомого складу з кінцевих пунктів має бути організовано з рівними інтервалами.

Водія рухомого складу, якщо він не поранений, відправляють на медсудекспертизу, а пошкоджений рухомий склад – до депо. Якщо рухомий склад через ушкодження не може самостійно створювати рух, центральний диспетчер викликає аварійну бригаду для його буксирування або техніку для повернення трамвайного вагону до колії. Начальник депо має забезпечити охорону рухомого складу, що потрапив у ДТП, на певному майданчику. Охорона цього рухомого складу має передаватися по змінах під підпис до тих пір, поки не закінчиться проведення експертизи.

Працівники технічних служб мають забезпечити відновлення місця ДТП: прибрані усі уламки, сліди, встановлені пошкоджені опори, стійки, контактна мережа та прийняті усі заходи із забезпечення екологічної безпеки.

Четверта фаза дій посадових осіб становить узагальнення й розроблення заходів щодо попередження наслідків ДТП. Цю роботу виконує Служба безпеки дорожнього руху.

Інформацію про ДТП підприємство має надати Головній держтехінспекції протягом однієї робочої доби і надіслати поштою на її адресу за встановленою формою всі обставини пригоди протягом тижня від дати дня її скоєння.

Матеріали дорожньо-транспортної пригоди надходять до Відділу по ДТП в патрульній поліції, де вони перебувають 10 днів і далі їх надсилають до суду.

Працівники служби безпеки дорожнього руху, використовуючи усі зібрані документи із відповідних підрозділів, вивчають їх для встановлення причини ДТП.

Інженер служби безпеки дорожнього руху організовує зустрічі з підозрюваними, бере пояснювальні записки, які можуть бути противагою обвинувачення.

Проводять розслідування на підприємстві або в його структурному підрозділі (депо), до якого належить рухомий склад – учасник пригоди. Експертизу дорожньо-транспортних пригод за участю трамвайних вагонів і тролейбусів на підприємствах міського електротранспорту проводять згідно з Положенням про порядок службового розслідування дорожньо-транспортних пригод на міському електротранспорті і Правил дорожнього руху [7].

Інженер служби безпеки дорожнього руху бере участь у комісії підприємства, яка має оцінити можливу причетність незадовільного стану рухомого складу в пригоді. Якщо з відділу дізнання до підприємства надходить телеграма про необхідність проведення товарознавчої експертизи, то експерти разом з головним інженером депо, майстром відділу технічного контролю, начальником служби безпеки дорожнього руху оглядають рухомий склад та складають акт огляду трамвая або тролейбуса, у якому визнають виявлені ушкодження та матеріальний збиток.

Інженер служби безпеки дорожнього руху обмінюється інформацією зі службою МВС та бере участь у процесі слідства як представник юридичної особи.

Суд має протягом двох місяців винести постанову про порушення карної справи, якщо є потерпілі (травмовані, загиблі) у ДТП і встановлена вина водія рухомого складу. Якщо немає потерпілих у ДТП після закінчення строку і з боку учасників ДТП немає заперечень, суд виносить постанову про відмову в порушенні карної справи. Якщо винесена відмова в порушенні кримінальної справи, тоді копію постанови передають до районного суду для вжиття заходів адміністративного впливу. Копію постанови направляють прокуророві, про ухвалене рішення повідомляють зацікавленим особам.

Після закінчення слідства начальник служби безпеки дорожнього руху випрошує у представника МВС копію обвинувачуваного висновку для

пред'явлення регресного позову винного у ДТП водія щодо компенсації витрат на ремонт. Про всі обставини ДТП сповіщають Головну держтехінспекцію міського електротранспорту [1].

Закінчується слідство узагальненим проектом наказу по підприємству (депо). У проекті наказу коротко викладаються обставини ДТП, безпосередню причину, наслідком чого сталася ця причина, оформлюють змістовну частину (покарання й вимоги). Ця інформація доводиться до водія під підпис. Служба безпеки дорожнього руху організує контроль за ходом виконання обговорених у наказі строків.

Запитання для самоконтролю

1. Визначте дії посадових осіб на місці дорожньо-транспортної пригоди.
2. Чому необхідно фіксувати елементи на місці ДТП?
3. З яких складових утворюється система створення безпеки руху на підприємствах міського електротранспорту?
4. Які питання при розслідуванні дорожньо-транспортної пригоди стоять перед експертами?
5. Визначте дії інженера відділу безпеки дорожнього руху під час дорожньо-транспортної пригоди.
6. Визначте дії центрального диспетчера під час дорожньо-транспортних пригод.
7. Які дії проводять із рухомим складом, що потрапив у дорожньо-транспортну пригоду?
8. Як організують і проводять оперативно-технічний контроль на лінії?
9. Перелічить елементи, що підлягають обов'язковому контролю перед виїздом на лінію тролейбуса і трамвая?
10. Де може перебувати особа, яка здійснює контроль безпеки руху на лінії і чому?

11. Проаналізуйте схему проведення розслідування дорожньо-транспортної пригоди, що сталася, від моменту реєстрації до моменту виходу наказу підприємства.

12. Водія, який був учасником ДТП, залучено до адміністративного покарання. Які дії з боку керівництва мають проводитися стосовно питання подальшої роботи цього водія?

13. Які функціональні обов'язки працівників служби безпеки дорожнього руху. Які види робіт виконують інженери служби безпеки дорожнього руху?

Лекція 3

ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМНОЇ ОЦІНКИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

План

3.1 Система «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» в аналізі проблем безпеки руху.

3.2 Шляхи підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».

3.3 Особливості рухомого складу, що визначають надійність системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

3.4 Особливості водія як головного керівного елемента системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

3.5 Особливості дороги і дорожнього середовища

3.1 Система «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» в аналізі проблем безпеки руху

Дорожньо-транспортну пригоду потрібно розглядати з системної точки зору, а фактори, що визначають причину ДТП або супутні пригоди – вивчати відповідно до комплексних властивостей системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище» (далі – ВРСДС) [11]. Для аналізу проблеми безпеки руху досліджують систему ВРСДС, тобто окремі її елементи у їхньому поєднанні.

Застосування системи ВРСДС під час розслідування дорожньо-транспортних пригод необхідне для того, щоб з'ясувати, чи відповідав вимогам безпеки руху стан окремих елементів зазначеної системи.

Функціонування системи ВРСДС розглядають у динаміці, коли в процесі керування водієм рухомим складом проявляється взаємодія окремих елементів системи ВРСДС. Розглядувана система є складною, незважаючи на те, що на рисунку 3.1 вона виглядає простою. Складність пояснюється тим, що системою ВРСДС керують прямі й зворотні зв'язки.

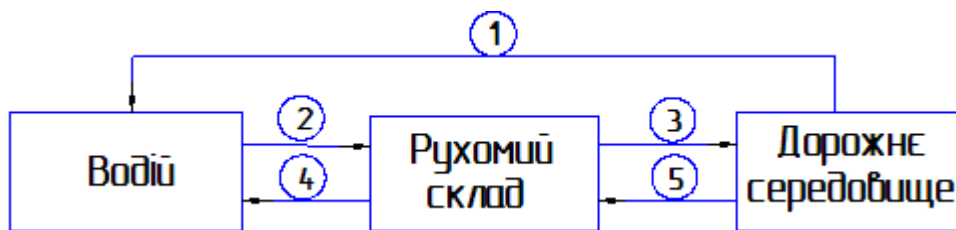


Рисунок 3.1 – Спрощена схема системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Система ВРСДС працює так. Під час руху водій більшу частину інформації (приблизно 70 %) отримує від дорожнього середовища за зв'язком 1 (рис. 3.1). До складу дорожнього середовища входить *дорога та об'єкти дорожнього середовища*, які за сукупністю формують *ситуацію руху*. Дорожнє середовище має певний набір елементів інженерного забезпечення, певний план і профіль.

У разі змінювання обстановки водій, орієнтуючись за ситуацією на дорозі, здійснює керівні впливи, тобто виконує програму руху за зв'язком 2 «Водій – рухомий склад» (рис. 3.1).

У зазначеному вище ланцюзі водія розглядають як керівну ланку. Керівні дії водія змінюють траєкторію і швидкість руху тролейбуса та швидкість руху трамвая. Керівні дії від водія передаються через органи керування і надходять до ходової частини шляхом повороту рульового колеса та натисканням на педаль робочої гальмівної системи. Такий вплив характеризують кутом

повороту рульового колеса, положенням педалей, а також зусиллями, прикладеними до рульового колеса й педалей. Таким чином, водій впливає на ходову частину трамвая і тролейбуса, змінюючи швидкість обертання коліс, а також кут повороту тролейбуса. Ці параметри є вихідними характеристиками для руху.

Оцінка зв'язку 3 у ланцюгу «Рухомий склад – дорожнє середовище» пояснює вплив ходової частини на дорожнє середовище. Результатом цього впливу є перетворення дорожнього середовища, зміна просторових координат розташування рухомого складу у поздовжньому і поперечному напрямках. Наприклад, зміна кута повороту керованих коліс тролейбусу призводить до зміни його положення щодо об'єктів середовища в поперечному перерізі дороги.

За дією зв'язку 5 (рис. 3.1) оцінюють негативний вплив стану дороги і трамвайного шляху на рухомий склад. Певні нерівності дороги, стики трамвайної колії, їх пошкодження і руйнування діють на ходові частини рухомого складу. Через гнучку систему підвісок коливання і вібрації передаються до кабіни рухомого складу.

Зі свого боку, водій одержує коливання від рухомого складу (зв'язок 4). Цей зв'язок ураховує вплив переміщень кузова, поперечного й поздовжнього ухилів дороги, вібрації на зміну траєкторії й швидкості руху. Для водія, як людини, що випробовує коливання і тряску, ці зв'язки є головними критеріями щодо вибору режиму і швидкості руху. Згладжування цих коливань також є важливим для якісного перевезення пасажирів, що перебувають у салоні рухомого складу.

Водій рухомого складу не тільки повинен враховувати дорожню ситуацію і стан поверхні для руху, стежити за роботою органів і приладів на панелі керування, а ще спостерігати за пасажирами в салоні під час руху перегонами, гальмувати на зупиночних пунктах для створення посадки і висадки.

За зв'язком 4 у підсистемі «Рухомий склад – водій» потрібно окремо відзначити вплив мікроклімату у відділенні водія. Якщо температура вологість і

стан повітря не відповідають вимогам оптимального мікроклімату, то водій, перебуваючи тривалий час у неналежних умовах, може помилитися у своїх діях під час руху, що зазвичай призводить до аварійних ситуацій.

3.2 Шляхи підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Набагато простіше і зручніше досліджувати й використовувати для аналізу ДТП один з елементів системи ВРСДС поза його зв'язками з іншими елементами (див. рис. 3.1) [11].

Надійність рухомого складу як елемента системи ВРСДС оцінюють з різних позицій. Рухомий склад розглядають як об'єкт конструкторської розробки, як об'єкт експлуатації з оцінкою його відмов, як об'єкт технічного обслуговування і ремонтів та як об'єкт, який має певні властивості, що впливають на його активну безпеку.

Окрему оцінку надають дорожньому середовищу, яке характеризують якістю дороги, зчипними властивості дорожнього покриття, ширини проїжджої частини, наявності поворотів і ухилів, засобів регулювання тощо.

Отже, оцінка окремих елементів системи ВРСДС на сьогодні вже достатньо вивчений захід для пошуку варіантів підвищення безпеки руху, тому потрібно застосовувати інші.

Надійність системи ВРСДС відрізняється від сукупної надійності її елементів через вплив прямих і зворотних зв'язків, які можуть бути не тільки міжелементними, але і внутрішньоелементними та міжсистемними [21]. Урахування впливу одного елемента на інший за зв'язками, зокрема за міжелементними, створює додаткові можливості для підвищення надійності системи загалом (рис. 3.2).

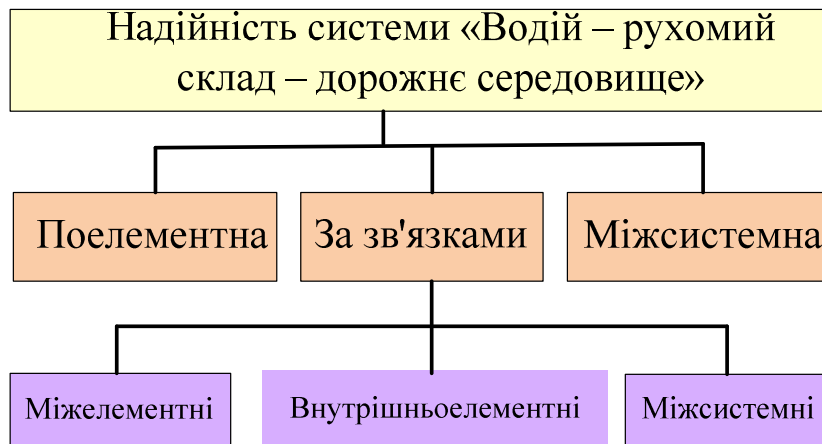


Рисунок 3.2 – Шляхи підвищення надійності системи ВРСДС

До того ж одинична система ВРСДС є найдрібнішим елементом усього транспортного потоку, тому більшого значення набувають міжсистемні зв'язки. Отже, розглядають взаємодію рухомого складу з іншими транспортними засобами в аспекті дотримання безпечної дистанції, яка забезпечує необхідний гальмівний шлях.

Гальмівний шлях є конструктивною характеристикою якості гальмівної системи рухомого складу. Оцінка гальмування транспортного засобу не буде повною, якщо не брати до уваги можливість потрібним чином реалізувати це гальмування через зчеплення. Для проведення такого аналізу підлягає оцінці зв'язок 5 у ланцюгу «Дорожнє середовище – рухомий склад» (див. рис. 3.1) у підсистемі «ходові частини – поверхня котіння».

Визначення *надійності*, наприклад технічного об'єкта (рухомого складу, дорожнього середовища), показує його властивість виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технологічного обслуговування, ремонту, зберігання й транспортування.

Надійність об'єкта – це складна властивість, що складається з більш простих: безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності та інших.

Безвідмовність – це властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу (наробітку).

Довговічність – це властивість об’єкта зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування й ремонту.

Ремонтпридатність – це властивість об’єкта, що полягає в його пристосованості до попередження й виявлення причин виникнення відмов, до ремонту й технічного обслуговування.

3.3 Особливості рухомого складу, що визначають надійність системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Загальну оцінку надійності рухомого складу, як складного об’єкта, виконують за показниками надійності його окремих агрегатів, систем, вузлів і деталей.

Рухомий склад (далі – РС), як елемент, може перебувати в таких станах [18]:

- 1) справності (несправності);
- 2) працездатності (непрацездатності);
- 3) у граничному стані.

Рухомий склад є справним, якщо він відповідає пропонованим до нього вимогам. У разі порушення хоча б одного з них він вважається несправним.

Поняття «справний» і «працездатний» потрібно розрізняти. Стукіт двигуна або ушкоджений кузов – це несправності РС. Різниця в значенні цих двох несправностей величезна: РС із ушкодженим кузовом зберігає всі свої головні властивості (об’єкт продовжує функціонувати), а відмова двигуна призводить до відмови РС.

Тому від широких понять «справний» і «несправний» стан об’єкта переходять до більше вузького: «працездатний – непрацездатний» стан. Працездатним вважають такий стан об’єкта, за якого він здатний виконувати задані функції із установленими нормативно-технічною документацією параметрами, а непрацездатним – стан, коли значення хоча б одного

параметра не відповідає встановленим вимогам до виконання заданих функцій.

Стан об'єкта стає граничним, якщо його подальша експлуатація має бути припинена за певними причинами: вимогами безпеки, непереборному зниженню ефективності, необхідності в капітальному ремонті або списанні й тощо. Перехід об'єкта із граничного стану в справний вважають ремонтом, із непрацездатного в справний – відновленням.

Певні особливості рухомого складу сприяють забезпеченню надійності, другі – обумовлюють підвищення до неї вимог, або їхній вплив не є однозначним. Нижче зазначені особливості, що полегшують забезпечення надійності рухомого складу, а саме [11]:

1) він є пристроєм масового використання, тому відмова окремих транспортних засобів у загальному транспортному потоці зазвичай не призведе до відмови транспортного процесу;

2) його можна ремонтувати і відновлювати за агрегатами, вузлами або деталями у різних умовах – від ремонтних майстерень до спеціалізованих заводів;

3) його проектування створюється, зазвичай, за прототипами і й досвідом конструювання, випробуваннями і дослідницькими роботами;

4) він належить транспортному підприємству і тому включається до системи планово-попереджувальних ремонтів і обслуговування. Це уможливорює накопичування достовірної й різнобічної інформації про його експлуатаційну надійність у різних умовах експлуатації;

5) його випускають на лінію після проходження обов'язкової процедури обслуговування, ремонту і перевірки під час випуску на лінію, екіпірують відповідними засобами захисту водія і пасажирів;

Особливості рухомого складу, що не забезпечують його надійності, полягають у такому:

1) він є складним пристроєм, що нараховує тисячі деталей не тільки механічних, але й гідравлічних, пневматичних і електричних систем;

2) його робота супроводжується динамічними процесами, що призводить до значних механічних, теплових, електричних навантажень на деталі і робочі поверхні;

3) в його виготовленні бере участь велика кількість заводів – суміжних підприємств;

4) його умови експлуатації різноманітні. Коливання пасажиропотоків змінює його наповненість, а дорожні умови призводять до частого змінювання швидкостей і режимів руху;

5) змінюваність навантаження і режимів руху не однозначно впливає на ступінь зношеності різних агрегатів і систем, тому термін експлуатації рухомого складу, його окремих систем і агрегатів, вузлів і деталей є величиною непередбачуваною і випадковою.

Отже, надійність рухомого складу залежить від багатьох фахівців із різними професійними якостями: тих, які його проєктують, виготовлюють, експлуатують, відновлюють і обслуговують.

3.4 Особливості водія як головного керівного елемента системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище»

Надійність водія залежить від його стану здоров'я, розумового і фізичного розвитку, від організації його праці та відпочинку. На водія впливають вік і багато факторів, пов'язаних з фізичною та інтелектуальною зрілістю особистості, а також зі станом у період керування транспортним засобом. Головним для водія рухомого складу є його підготовленість і професійна майстерність.

Водій рухомого складу є головною ланкою в системі ВРСДС і виконує пріоритетні функції.

Розглянемо фактори, які сприяють підвищенню надійності водія трамваю і тролейбуса:

1) до водіїв масового пасажирського транспорту пред'являють окремі вимоги стосовно їхнього стану здоров'я;

2) для підготовки нових водіїв організують навчання на спеціальних курсах і школах, а після проходження іспитів обов'язковим є певний період стажування на маршрутах та підвищення професійної майстерності в певні періоди роботи;

3) водії трамвайно-тролейбусного депо проходять систему інструктажів;

4) на підприємствах професіоналізм водія визначають виходячи з трьох рівнів класності. Для роботи на маршрутах із важкими умовами руху допускаються водії вищого класу;

5) перед виїздом на лінію водій обов'язково проходить передрейсовий медичний огляд;

6) дії водія під час роботи на маршруті контролюють лінійні робітники: начальники маршрутів, водії-наставники і інші посадові особи;

7) до відома водіїв під підпис доводяться усі виявлені порушення та проводиться загальна виховна і навчальна робота;

Водіям трамвая і тролейбуса, як головної керівної ланки ВРСДС, властиві такі особливості:

1) водій під час керування рухомим складом потрапляє в умови, що не властиві людині;

2) відсутність відособлених смуг руху змушує водія діяти в нав'язаному йому темпі, без можливості зупинитися і прийняти правильне рішення;

3) керування рухомим складом відбувається в непередбачуваних дорожніх обставинах. Водієві не відомі завдання й наміри інших учасників руху. У процесі руху беруть участь різні водії з різним суб'єктивним сприйняттям дорожньої обстановки;

4) на маршрутах працюють водії різного типу характеру й темпераменту, що позначається на різній поведінці на дорозі. Для транспортних підприємств упровадження психологічного відбору водіїв забезпечує більш вірогідну оцінку якостей водія з наданням прогнозу його надійності;

5) водії трамвая і тролейбуса під час роботи перебувають в режимі високої пильності, що призводить до значного нервового стомлення, а одноманітні дії під час праці спричиняють психологічну інерцію;

6) великий обсяг інформації, яка надходить із дорожнього середовища, завантажує «сенсорний вхід» водія, що негативно впливає на якість обробки необхідної інформації;

7) відомостей про надійність водія накопичено менше, ніж про надійність рухомого складу;

8) водій як оператор здійснює одночасне керування декількома контурами й зворотними зв'язками: керує траєкторією, швидкістю й дистанцією, слідкує за приладами на панелі керування, стежить за дорожньою обстановкою й пасажирями усередині рухомого складу;

9) водієві властиві певні, характерні для нього помилки:

– водій може вчасно не оцінити виниклу небезпеку через особисту неуважність;

– водій правильно оцінює небезпеку, але при цьому приймає неправильне рішення (замість змінення траєкторії виконує різкого гальмування);

– водій неправильно виконує потрібні дії (поворот на недостатній кут або неправильна інтенсивність гальмування);

– водій прийняв усі правильні рішення і виконав правильні дії, але через певну несправність рухомого складу не зміг їх реалізувати;

10) складна дорожня обстановка, погодні умови, години доби, мікроклімат у кабіні й інші фактори впливають на психіку водія.

3.5 Особливості дороги і дорожнього середовища

Під дорожнім середовищем розуміють увесь комплекс факторів, що впливають на режими руху. До складу цього комплексу включають дорогу, дорожні знаки, світлофори, огороження, автомобілі транспортних потоків

зустрічного й попутного напрямку, пішоходів, будинки й спорудження, погодні фактори тощо.

Особливості дорожнього середовища, що впливають на забезпечення надійності системи ВРСДС:

1) безвідмовність дорожнього середовища забезпечується впровадженням як коштовних і трудомістких робіт, так і менш вартісних заходів з організації руху;

2) дорога – це достатньо дороге спорудження; виправити її недоліки складно, а іноді неможливо;

3) різні ділянки транспортної мережі навантажені по-різному, тому потрібно більше уваги приділяти посиленню дорожніх одеж у місцях, де здебільшого створюються режими розгону й гальмування: перед перехрестями, зупиночними пунктами;

4) у системі ВРСДС дорога є єдиним елементом, який цілодобово й цілорічно зазнає усіх видів впливів, обумовлених впливом середовища: добові, погодні, кліматичні, сезонні, унаслідок чого вібувається її руйнування та зниження якості;

5) підвищення надійності дороги, трамвайного полотна й дорожнього середовища забезпечується системою планових ремонтів і обслуговування, використанням заходів підвищення зчеплення у весняно-зимовий період, періодичним прибиранням;

6) дорогу створюють для руху транспортних засобів, беручи до уваги їхні габаритні особливості; розроблені нормативні вимоги до ширини смуг руху, розподільних смуг, радіусів поворотів тощо;

7) дорожнє середовище має бути розроблене з урахуванням особливостей водіїв та забезпечувати оптимальний рівень протікання його психічних і інших процесів діяльності.

Запитання для самоконтролю

1. Якими параметрами характеризуються дорожні умови і як вони впливають на режими роботи рухомого складу?
2. Чому необхідно розглядати безпеку руху із системних позицій?
3. Назвіть шляхи підвищення надійності системи «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».
4. Які фактори підвищують надійність рухомого складу, а які, навпаки, зменшують?
5. Які фактори підвищують надійність дорожнього середовища, а які, навпаки, зменшують?
6. У чому полягає підвищення надійності за зв'язками в системі ВРСДС?
7. Визначте головні ергономічні показники середовища.
8. Поясніть, як діє система «Водій – рухомий склад – дорожнє середовище».
9. Назвіть психофізіологічні характеристики водія.
10. Назвіть фактори, що ускладнюють процес сприйняття інформації водієм.
11. Обґрунтуйте можливості виникнення загрози безпеці в ланцюгу «водій – рухомий склад».
8. Поясніть, як вплине зменшення надійності будь-якої ланки на функціонування системи «водій – рухомий склад – зовнішнє середовище»?
9. Поясніть, що може спричинити відмови в системі «Водій – рухомий склад – зовнішнє середовище»?
10. Поясніть необхідність урахування людського фактора під час проектування доріг, рухомого складу, умов руху.

Лекція 4

ВПЛИВ ЗЧЕПЛЕННЯ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ

План

4.1 Загрози безпеці руху в ланці «ходові частини транспортного засобу – поверхня дороги».

4.2 Урахування зчіпних властивостей під час розрахування головних параметрів гальмування.

4.3 Юз безрейкового рухомого складу. Занос тролейбуса під час юзу.

4.4 Антиблокувальні системи тролейбуса.

4.5 Юз на трамвайних вагонах.

4.1 Загрози безпеці руху в ланці «ходові частини транспортного засобу – поверхня дороги»

Дорожньо-транспортні пригоди можуть виникати внаслідок несправності самої гальмівної системи, а також зменшення зчеплення ходових частин рухомого складу з поверхнею дороги або рейок.

Небезпечна ситуація стає аварійною, коли водій позбавлений можливості керувати транспортним засобом таким чином, щоб сприяти безпеці з причини відмови у ланці «ходові частини транспортного засобу – поверхня дороги». Наслідком такої відмови є неспроможність водія повною мірою керувати колесами, що створює аварійну ситуацію.

Взаємодія колеса з опорною поверхнею є результатом дії нормальних сил R_Z (що притискають колесо до дороги) і дотичних сил R_X ; R_Y (сил тертя між колесом і дорогою чи шляхом) (рис. 4.1.) [12].

Взаємодію колеса з опорною поверхнею визначають на підставі тертя спокою й тертя ковзання окремих елементів колеса та опорної поверхні відносно один одного й називають зчепленням колеса з дорогою. Кількісно цю властивість оцінюють коефіцієнтом зчеплення ψ . Розрізняють коефіцієнт повздовжнього зчеплення $\psi_x = R_X/R_Z$ і коефіцієнт поперечного зчеплення $\psi_y = R_Y/R_Z$

$/R_Z$ (де R_x , R_Y й R_Z – повздовжня, поперечна й нормальна реакції опорної поверхні відповідно).

Значення ψ змінюється залежно від стану покриття, початкової швидкості гальмування й ступеня проковзування колеса відносно дороги. Найбільший коефіцієнт зчеплення під час гальмування мають сухі покриття в разі невеликих швидкостей руху на початку зростання ступеня проковзування шини в зоні контакту її з дорогою (при коефіцієнті ковзання $X = 0,2 \dots 0,25$). У разі подальшого збільшенні ступеня проковзування коліс, аж до їх блокування коефіцієнт зчеплення ψ зменшується. Коефіцієнт зчеплення на мокрих дорогах, особливо на забруднених, нижчий, ніж на сухих. Це пояснюється тим, що в процесі кочення колеса по дорозі, елементи шини ще не зруйнували брудоводяну плівку в зоні контакту.

Коефіцієнти зчеплення дороги й рейкового шляху відрізняються. Для рейок він значно менший. Наприклад, для рейкового шляху коефіцієнт зчеплення становить:

$\psi = 0,2$ – чисті сухі рейки;

$\psi = 0,15$ – чисті мокрі рейки;

$\psi = 0,1$ – забруднені рейки на початку дощу;

$\psi = 0,05$ – при наявності листів на рейках.

Для дорожнього полотна залежно від використаних матеріалів на будівництво коефіцієнти зчеплення становить:

$\psi = 0,8 \dots 0,9$ – сухий асфальт і бетон;

$\psi = 0,5 \dots 0,7$ – мокрий асфальт;

$\psi = 0,75 \dots 0,8$ – мокрий бетон;

$\psi = 0,15 \dots 0,2$ – ущільнений сніг;

$\psi = 0,1$ – лід.

Сила зчеплення – це максимально можлива сила зрушення двох контактуючих площин без проковзування.

Величину сили зчеплення $T_{зч}$ визначають вертикальним навантаженням на колесо G і коефіцієнтом зчеплення ψ :

$$T_{зч} = G \cdot \psi. \quad (4.1)$$

Транспортні підприємства мають сповіщати водіїв під час випуску про погіршення зчіпних властивостей. У трамвайно-тролейбусних управліннях у складі відділу з безпеки дорожнього руху є співробітник, який регулярний стежить за метеозведеннями. Він же видає попередження по депо, зокрема заступнику з експлуатації.

Під час руху рухомого складу спостерігається рівність швидкості на будь-якій точці колеса $V_{\text{кол}}$ (виражена через кутову швидкість) і будь-якій точці на кузові $V_{\text{куз}}$ (рис. 4.2).

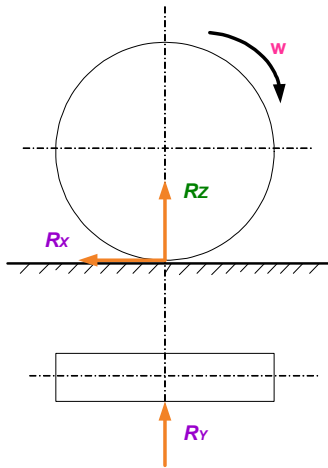


Рисунок 4.1 – Сили взаємодії колеса з опорною поверхнею

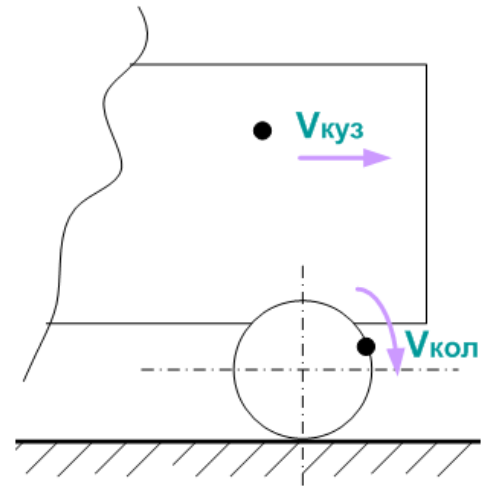


Рисунок 4.2 – Співвідношення швидкостей

Погіршення зчеплення між колесом і дорогою призводить до нерівномірності швидкостей:

- якщо $V_{\text{кол}} > V_{\text{куз}}$, то спостерігається режим буксування;
- якщо $V_{\text{кол}} < V_{\text{куз}}$ – режим юза.

Режим буксування на безпеку руху практично не впливає; негативними наслідками його є перевитрата електроенергії, зношення ходових частин, навантаження на тяговий двигун.

Процес руху, що призводить до надлишкового ковзання, називають юзом. Наслідки юзу більш небезпечні, оскільки значно підвищується гальмівний шлях.

Юз теж призводить до пошкодження колісних пар, викликає підвищений знос, утворює повзуни на поверхні рейок, внаслідок чого погіршуються умови роботи ходових елементів. У тролейбусах під час настання юза можлива втрата стійкості та їх занесення.

Причиною юза є перевищення дотичної сили гальмування сили зчеплення.

Нормальною роботою є виконання умови, за якою гальмівна сила завжди менша найменшої сили зчеплення. У цьому випадку в контакт коліс із дорогою починає діяти тертя ковзання. Тертя ковзання залежить від швидкості ковзання:

$$V_{\text{ков}} = V_{\text{куз}} - V_{\text{кол}}$$

Швидкість ковзання досягає максимуму в разі зупинки колеса (блокування). Під час блокування коліс гальмівний шлях збільшується. Отже, величина гальмівної сили не має бути більшою, ніж сила зчеплення колеса з дорогою, бо в іншому разі колеса перестануть обертатись і ковзатимуть поверхнею дороги. Сила тертя ковзного колеса завжди менша, ніж сила тертя колеса, що котиться, а тому ефективність гальмування буде зменшеною. Таким чином, гальмування найбільш ефективно тоді, коли при натисканні на педаль гальма колеса ще обертаються, але перебувають на межі ковзання; мінімальне підвищення тиску на педаль їх блокує (розвивається найбільша гальмівна сила, яка за своїм значенням майже наближається до величини сили зчеплення з дорогою).

Гальмування до юзу заблокованими колесами не є ефективним і супроводжується довшим гальмівним шляхом [12]. Причина в тому, що під час гальмування колеса заблоковані, тому поглинання кінетичної енергії рухомого складу внаслідок тертя гальмівних накладок не відбувається, а вся енергія поглинається через невелику площу дотику коліс з дорогою. Енергія

поглинається повільніше і гальмівний шлях ковзаючого рухомого складу збільшується.

Величину коефіцієнта зчеплення під час експлуатації визначають так: поступово збільшують гальмівну силу доти, доки колеса або колісні пари не починуть переходити до юза. Цю граничну гальмівну силу прирівнюють до сили зчеплення та далі розраховують коефіцієнт зчеплення.

4.2 Урахування зчіпних властивостей під час розрахування головних параметрів гальмування

Під час гальмування рухомого складу на гальмівних механізмах коліс під дією сил тертя виникають пари сил, які створюють момент тертя M_T , який спрямований у бік, протилежний до обертання колеса. Унаслідок зчеплення колеса з дорогою між ними виникає гальмівна сила B . Максимальне значення її дорівнюватиме силі зчеплення колеса з дорогою. Гальмівна сила, зі свого боку, спричиняє реакцію дороги R_x , прикладену до колеса й спрямовану проти руху, що сприяє зупинці. Величину гальмівної сили можна знайти за формулою:

$$B = \frac{G}{b_2} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot S_2}, \quad (4.2)$$

де b_2 – уповільнення рухомого складу, м/с²;

S_2 – величина гальмівного шляху, м.

Максимальну величину гальмівної сили можна знайти за спрощеною формулою:

$$B_{max} = G \cdot \psi_{max} = m \cdot g \cdot \psi_{max}, \quad (4.3)$$

де ψ_{max} – максимальне значення коефіцієнту зчеплення.

Величину максимального уповільнення під час гальмування рухомого складу на горизонтальній ділянці дороги з твердим покриттям за умови, що заблоковані всі колеса, можна визначити за формулою:

$$b_{max} = g \cdot \psi. \quad (4.4)$$

Максимального сповільнення можна досягти під час екстреного гальмування на сухій дорозі з твердим покриттям, коли коефіцієнт зчеплення коліс із дорогою близький до одиниці. Величина сповільнення під час гальмування є головним критерієм, який визначає ефективність гальмування. Від його величини залежить значення таких гальмівних характеристик, як час гальмування і гальмівний шлях.

У багатьох транспортних засобах під час гальмування досягти одночасного блокування всіх коліс не вдається як з конструктивних причин, так і внаслідок погіршення гальмівної системи, стану коліс та поверхні кочення в процесі експлуатації. Отже, для розрахування фактичних даних у формулу (4.4) додають коефіцієнт поправки K_{ef} – коефіцієнт ефективності гальмування:

$$b_{max} = \frac{g \cdot \psi}{K_{ef}}. \quad (4.5)$$

Коефіцієнт ефективності гальмування може бути використаний у формулі для розрахування гальмівного шляху:

$$S_z = \frac{V_{II}^2 \cdot K_{ef}}{254(\psi \pm i)}, \quad (4.5)$$

де V_{II} – швидкість початку гальмування, км/год;

K_e – коефіцієнт ефективності гальмування;

ψ – коефіцієнт зчеплення;

i – ухил, ‰.

У разі використання формули (4.5) значення коефіцієнта K_{ef} , який враховує експлуатаційні умови, технічний стан гальм і масу транспортного засобу, варто прийняти такими: для легкових автомобілів – 1,44, для вантажних із повною масою до 9 т – 2,0 більше, 9 т (тролейбус, автобус) – 2,4.

4.3 Юз безрейкового рухомого складу. Занос тролейбуса під час юзу

Під час розгляду механізму заносу в разі юзу врахуємо, що на тролейбус діють такі сили:

- $P_i = M \cdot x''$ – сила інерції під час гальмування;
- $P_{p.з.}$ – сила, що розвантажує задній міст;
- $P_{д.з.}$ – сила, що довантажує передній міст;
- h – висота центра ваги над дорогою.

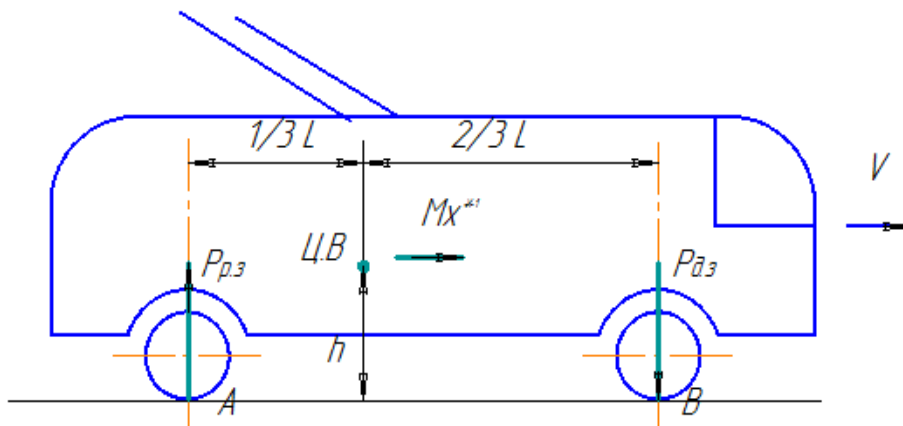


Рисунок 4.3 – Перерозподіл сил під час гальмування тролейбуса

Під час гальмування при наповненому салоні тролейбуса його центр ваги підвищується та виникає момент, коли він тисне вперед і навантажує передні колеса, тоді як задні розвантажуються:

$$\sum M_A = 0; \quad P_{д.з.} \cdot L = M\ddot{x} \cdot h$$

$$\sum M_B = 0; \quad P_{p.з.} \cdot L = M\ddot{x} \cdot h$$

$$G_d = G_{дст} + P_{p.з.}; \quad G_p = G_{пст} - P_{д.з.}$$

Отже, зчеплення на задніх колесах зменшується. Унаслідок виниклого моменту юз виникає на задніх колесах. Причиною є ще те, що до швидкості 10...12 км/год діє електрогальмування, гальмівний момент прикладений до задніх коліс (рис. 4.3). У разі швидкості менше 10...12 км/год, коли додається пневмогальмування, гальмівна сила на тролейбусних машинах зазвичай прикладається до задніх і, далі, до передніх коліс. Виникненню юза на задніх колесах сприяє їхнє розвантаження. Задні колеса через юз реалізують меншу гальмівну силу. У разі недостатності сили зчеплення передніх коліс, вони також можуть заблокуватися і рухатися юзом. Однак довантаження передніх коліс може забезпечити збереженість зчеплення.

Розглянемо випадок, коли під колесами реалізується різний коефіцієнт зчеплення. У цьому випадку тролейбус має обертатися, але цьому заважає поперечна сила зчеплення.

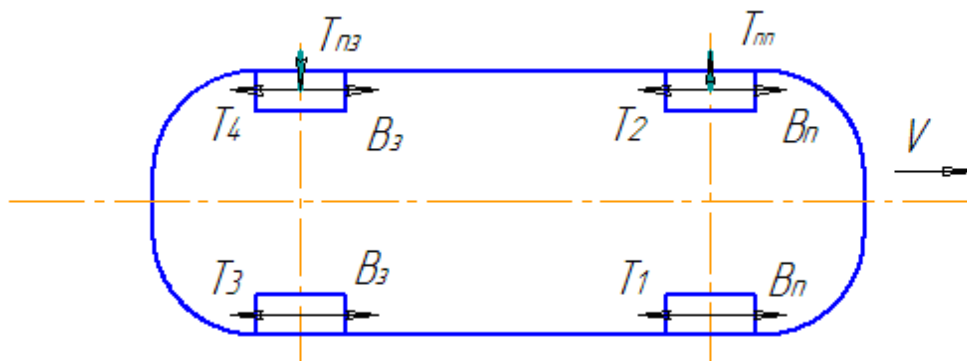


Рисунок 4.4 – Розподіл сил у разі заносу тролейбуса

Оскільки коефіцієнти зчеплення під кожним колесом різні, то виникає момент, що залежить від різниці сил зчеплення ліворуч і праворуч. Поворот тролейбуса щодо вертикальної осі спричиняє виникнення поперечних сил, півсума яких дає момент, а різниця дає силу, що зміщує тролейбус у поперечному напрямі (рис. 4.4).

У такий спосіб юз під час гальмування може супроводжуватися заносом, що полягає в поперечному зсуві й повороті тролейбусної машини щодо

вертикальної осі. Обидва фактори можуть призвести до виходу габаритної смуги руху тролейбуса на смугу зустрічного руху.

Заходи запобігання юзу й заносу такі:

1) у разі зниження коефіцієнта зчеплення за попередженням служби руху водіїв попереджають про дорожні умови і можливе збільшення гальмівних шляхів. У таких ситуаціях водію варто виконувати гальмування порціями;

2) якщо юз відбувся, то необхідно вживати заходи щодо виправлення траєкторії машини шляхом повороту у бік заносу з одночасним зняттям гальмування;

3) загальне зниження швидкості;

4) посипання місць із зниженим коефіцієнтом зчеплення піском, прибирання дороги.

4.4 Антиблокувальні системи тролейбуса

Призначення антиблокувальної системи (далі – АБС) – запобігати блокуванню коліс транспортного засобу, що виникає внаслідок надмірної дії робочої гальмівної системи на дорогах зі зниженим коефіцієнтом зчеплення. Це дає змогу оберігати тролейбус (рухомий склад) від бічного уведення коліс навіть під час екстреного гальмування. Тим самим гарантується стабільність руху та керованість. У той же час досягається оптимальне зчеплення шин з дорожнім покриттям під час гальмування і, в результаті, оптимальне уповільнення транспортного засобу та мінімальний гальмівний шлях за будь-якого стану дорожнього покриття.

Завданням АБС є автоматичне, незалежне від інтенсивності впливу водія на гальмівну педаль регулювання поздовжнього прослизання колеса, що забезпечує можливість ефективного використання коефіцієнта зчеплення колеса з дорожнім покриттям під час гальмування, особливо на покриттях з низьким коефіцієнтом зчеплення, що підвищує стійкість транспортного засобу з низьким коефіцієнтом зчеплення.

АБС є частиною робочої гальмівної системи, яка автоматично долучається до процесу гальмування кожен раз, коли зчеплення між дорогою та шиною виявляється меншим, ніж гальмівна сила, прикладена до колеса, що запобігає його блокуванню.

АБС тролейбуса має такі головні елементи: давачі швидкостей коліс, що реєструють швидкість коліс; керовані пневмоклапани (модулятори тиску), які регулюють тиск у гальмівних циліндрах; електронний блок керування, який керує пневмоклапанами, обробляючи сигнали давачів швидкості коліс [13, 17].

Проте антиблокувальна гальмівна система не виключає можливості виникнення юзу й заносу.

У деяких умовах робота АБС може призвести до збільшення гальмівного шляху, наприклад у разі використання зношених шин із недостатнім зчепленням з дорогою. Подібну ситуацію можна спостерігати і на льоду, коли на тролейбусі встановлені нові шини. Система АБС намагається розгальмувати колеса, не дає новим шинам працювати максимально ефективно і отже, збільшує шлях гальмування.

Проблеми щодо використання системи АБС можуть виникати і на нерівній дорозі та в разі несправності амортизаторів чи невідрегульованої підвіски тролейбуса. Якщо під час гальмування одне колесо на мить зависне у повітрі і заблокується, «обманута» електроніка застосує екстрені заходи і почне запобігати юзу та заносу, знижуючи тиск на магістраль. У таких випадках гарантом адекватної роботи системи АБС є справна підвіска.

АБС також зазнає впливу перешкод, спричинених зміною нормального навантаження колеса, зміною гальмівного моменту гальмівного механізму через неточності під час виготовлення рухомого складу, а також через наявність електромагнітних полів. Великим недоліком АБС є висока вартість обладнання.

Варто зазначити, що розвиток техніки та електроніки спричинив появу великої кількості робіт щодо подальшого вдосконалення антиблокувальних систем для забезпечення кращої стійкості транспортних засобів у процесі

гальмування. Звісно, електроніку не можна вважати «панацеєю», але статистика стверджує, що правильно налаштована система АВС, за умови справності всіх інших систем транспортного засобу й незалежно від виду і стану дорожнього покриття дає змогу в середньому на 20 % скоротити шлях гальмування й залишає водію можливість маневрувати та уникнути аварійної ситуації.

4.5 Юз на трамвайних вагонах

Якщо візок масою M_T гальмується, уповільнення дорівнює x'' , а центр ваги розташовується на висоті H_T , виникає сила довантаження, що зменшує зчіпну вагу на передніх осях і довантажує задні. Гальмівна сила діє на шворні, а центр ваги кузова знаходиться на висоті H_K (рис. 4.5).

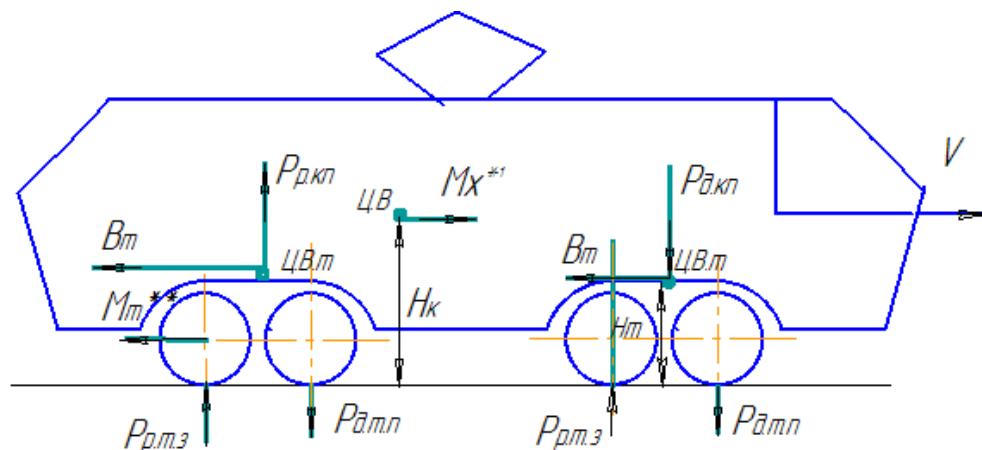


Рисунок 4.5 – Перерозподіл сили ваги під час гальмування трамвая

Кузов трамвая опирається на візок у шкворневих вузлах. Шкворневі вузли передають гальмівну силу від візків. Через те що центр ваги кузова знаходиться на висоті H_K , від шкворнів передаються сили, що утворюють момент, який проходить через центр ваги в поперечному напрямку та повертає кузов відносно осі. Передня частина вагона нахилиється, задня – припідіймається. У підсумку передній візок довантажується, а задній – розвантажується. Отже, найбільш розвантаженою у підсумку виявляється задня колісна пара, а в разі заниженого коефіцієнта зчеплення настає юз.

Відбувається перерозподіл гальмової сили на три колісні пари, тому що під час юзу на четвертій колісній парі гальмівна сила практично відсутня. Тому вступає в юз друга колісна пара.

Заходи боротьби з юзом трамвайних вагонів:

- 1) у разі виникненні юзу варто швидко відімкнути гальмування й відразу задіяти екстрене гальмо (рейкове гальмо);
- 2) необхідно рухатися зі зниженими швидкостями, користуватися пісочницею.

Пісочниці встановлюють на трамвайних вагонах з метою збільшення ψ і застосовують для підсипання піску під колеса. На трамвайному вагоні є два бункери з піском: перший – під сидінням праворуч, другий – у другому ряді, так щоб перебувати перед першою й другою колісною парою. У нижній частині бункера є заслонка (шибер), яку приводить в дію водій за допомогою важеля, електромагнітного привода або пневмоциліндра. На сучасних трамвайних вагонах встановлюють пісочниці з дозатором.

Трамвай типу «Електрон» має автоматичну антиблокувальну систему, яка покращує гальмівні характеристики вагона та виключає можливість виникнення блокування коліс.

Запитання для самоконтролю

1. Поясніть, як розташування центру ваги може вплинути на стійкість різних видів транспортних засобів.
2. Перелічіть сили, що діють в точці взаємодії поверхні колеса і поверхні дороги під час гальмування?
3. Які режими руху можуть виникнути під час гальмування? Що називають юзом і буксуванням?
4. Поясніть, який з двох режимів – юз або буксування є більш небезпечним і чому?
5. У чому полягає небезпека в юзовому стані?

6. У чому полягає умова виникнення юзу?

7. Поясніть механізм розвитку юзу під час гальмування рейкового рухомого складу.

8. Поясніть механізм розвитку юзу під час гальмування безрейкового рухомого складу.

9. Поясніть, які види й різновид небезпек можуть статися під час заносу і які сценарії їх розвитку?

10. Розгляньте всі заходи, що спрямовані на запобігання заносу і юзу. Поясніть протидію цих заходів.

11. Поясніть порядок дій диспетчера з випуску рухомого складу на лінію під час ожеледиці на дорогах.

12. Як підвищити коефіцієнт зчеплення під час ожеледиці?

13. Від чого залежить значення сили гальмування між колесом і поверхнею дороги або колії?

14. Обґрунтуйте, які можливі загрози безпеці можуть виникнути в ланці «рухома одиниця – шляхова структура».

15. Які технічні засоби встановлюють на рухомому складі, щоб запобігти режиму юзу?

Лекція 5

ГАЛЬМІВНІ ВЛАСТИВОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ

План

- 5.1 Режими гальмування.
- 5.2 Поняття гальмівних систем.
- 5.3 Вимоги до гальмівних систем рухомого складу.
- 5.4 Критерії оцінювання гальмівних систем.
- 5.5 Перетворення кінетичної енергії під час гальмування
- 5.6 Сили, що діють під час гальмування на рухомий склад.
- 5.7 Діаграма гальмування рухомого складу.
- 5.8 Методи визначення гальмівного шляху.

5.1 Режими гальмування

Розрізняють три режими гальмування рухомого складу: *екстрене* (аварійне), службове та стоянкове гальмування рухомого складу [13, 17].

Екстрене гальмування застосовують в аварійних ситуаціях для запобігання наїзду на перешкоду, що з'явилася зненацька, коли необхідно забезпечити мінімальний гальмівний шлях. При цьому не має бути втрати стійкості (занесення) або виникнення юза транспортного засобу. Екстрене гальмування проводиться досить рідко (5...10 % від загальної кількості гальмувань), у випадках, що загрожують безпеці руху чи життю людей. Ефективність екстреного гальмування характеризують величиною гальмівного шляху.

Службовим називають гальмування, яке виконують для зупинки або зниження швидкості рухомого складу в заздалегідь призначеному місці. Зниження швидкості в цьому випадку здійснюється плавно, зокрема й за допомогою двигуна, здебільшого комбінованим гальмуванням.

Екстрене й службове гальмування відрізняються інтенсивністю зниження швидкості, а саме величиною уповільнення рухомого складу. Якщо величина уповільнення під час службового гальмування становить $0,9 \dots 1,1 \text{ м/с}^2$, то для екстреного гальмування величина уповільнення досягає максимального значення уповільнення, яке закладено у паспортних даних рухомого складу і знаходиться у межах від $2,5 \text{ м/с}^2$ до $3,5 \text{ м/с}^2$.

Службове гальмування виконується за рахунок послідовної дії допоміжної та стоянкової гальмівних систем для забезпечення комфортного (плавного) регулювання гальмування. Екстрене гальмування виконується за рахунок паралельної дії стоянкової та додаткової гальмівних систем для забезпечення нерегульованого гальмування з максимальною ефективністю.

Стоянкове гальмування рухомого складу забезпечує утримання його необмежено тривалий час на найбільшому підйомі, який може бути подолано за умовами тяги.

5.2 Поняття гальмівних систем

Гальмівна система – це сукупність пристроїв, призначених для здійснення гальмування.

Гальмівний привод – це сукупність пристроїв гальмівної системи, які забезпечують передачу енергії від її джерела до гальмівних механізмів та керування кількістю цієї енергії в процесі передачі.

Гальмівний механізм – це пристрій гальмівної системи, призначений для безпосереднього створення та зміни штучного опору руху.

Головні функції, які повинні виконувати гальмівні системи рухомого складу:

- зупинка із будь-якої швидкості з необхідною ефективністю;
- зменшення швидкості руху стосовно ситуації на дорозі;
- утримання під час зупинки, зокрема й на ухилі.

Зазначені вище функції забезпечуються трьома гальмівними системами:

- *робочою* для зупинки рухомого складу з будь-якої швидкості в різних умовах експлуатації;
- *запасною*, що виконує функції робочої в разі відмови останньої;
- *допоміжною*, що призначена для підтримки постійної швидкості руху рухомого складу на ухилі;
- *стоянковою*, що забезпечує утримання під час зупинки та на ухилі.

Гальмівне керування рухомого складу (рис. 5.1) може створюватися за п'ятьма гальмівними системами, кожна з яких повинна мати визначене джерело енергії, гальмівний механізм та гальмівний привод. При цьому передбачається, що гальмівні системи можуть мати спільні елементи [14].



Рисунок 5.1 – Класифікаційна схема гальмівного керування [14]

Вихід із ладу робочої гальмівної системи відповідно визначеної щодо неї функції приводить до неможливості зупинки рухомого складу. Для виключення

цього недоліку рухомий склад обладнують *запасною* гальмівною системою, яка забезпечує зупинку в разі відмови робочої гальмівної системи.

Вимога щодо наявності *запасної* гальмівної системи ще не означає, що ця система повинна бути окремою. Її функцію може виконувати одна із гальмівних систем (наприклад стоянкова), якщо вона буде відповідати вимогам, встановленим для *запасної* гальмівної системи.

Трамвайні вагони, що перебувають в експлуатації, обладнані пристроями (рейковими гальмівними механізмами), які створюють штучний опір руху за рахунок тертя між ними та рейкою. Тут здійснюється ще одна функція – підвищення ефективності гальмування за рахунок створення додаткового штучного опору руху поза контактом колеса з рейкою. Цю функцію виконує *додаткова* гальмівна система трамвайного вагона.

Тролейбуси обладнують трьома видами незалежно діючих гальм: робочим (пневматичним, пневмогідравлічним) на всіх ходових колесах з розподільним приводом на осі; допоміжним (електричним) і стоянковим із приводом на задні ходові колеса. Робоче гальмо має, забезпечувати гальмівний шлях тролейбуса з початкової швидкості 60 км/год не більше 36,7 м; допоміжний – за тих умов не менше 0,8 м/с² в інтервалі швидкостей 40...10 км/год; стоянковий – утримання зупиненого тролейбуса з максимальним навантаженням при сухому асфальтовому покритті дороги необмежений час на ухилі 150 ‰. Екстрене гальмування забезпечується одночасною дією робочого й допоміжного гальм, що вмикаються однією педаллю.

Службове й екстрене гальмування тролейбуса здійснюють електродинамічним і механічним гальмом. Робоча гальмівна система з пневматичним (гідравлічним) приводом містить два контури, що впливають окремо на передні і задні колеса. У разі несправності в одному контурі гальмування забезпечується іншим контуром, що відіграє роль *запасної* гальмівної системи. Робочу систему механічного гальма доповнює стоянкове

гальмо. Електродинамічне гальмування можливе лише при справних колах живлення напругою 24 В.

Трамвайні вагони мають допоміжну, стоянкову та додаткову гальмівні системи. Робоча гальмівна система відсутня, і її функцію виконують декілька систем.

У режимі *службового* гальмування зупинка вагона забезпечується послідовною дією двох систем: допоміжної та стоянкової. При цьому допоміжна гальмівна система при досягненні швидкості 3...7 км/год заміщається стоянковою [14].

У режимі *екстреного* гальмування зупинка вагона забезпечується послідовно: одночасною дією допоміжної, стоянкової та додаткової гальмівних систем. При цьому додаткова система включається одночасно з допоміжною, яка потім заміщається стоянковою у разі досягнення швидкості 3...7 км/год.

У режимі *аварійного* гальмування зупинка вагона забезпечується одночасною дією стоянкової та додаткової гальмівних систем, тобто в усіх режимах гальмування задіяна стоянкова гальмівна система, гальмівний механізм якої розрахований на зупинку вагона зі швидкості 3...7 км/год.

Режим аварійного гальмування для гальмівного механізму стоянкової гальмівної системи є його перевантаженням, що потребує (відповідно до інструкції з експлуатації вагона) зняття вагона з руху для виконання технічного огляду гальмівного механізму.

5.3 Вимоги до гальмівних систем рухомого складу

Під гальмівними властивостями транспортних засобів розуміють властивості, що забезпечують максимальне сповільнення під час гальмування й утримання його на ухилі. Гальмівні властивості забезпечуються як конструктивними властивостями гальмівних механізмів так, і реалізацією зчеплення ходових частин з поверхнею дороги чи шляху [13].

Оскільки безпека руху істотно залежить від гальмівних властивостей транспортних засобів, то гальмівні системи всіх транспортних засобів, які експлуатуються на дорогах загального користування, мають відповідати однаковим вимогам. Ці вимоги регламентуються міжнародними Правилами №13 ЄЕК ООН.

До гальмівним системам рухомого складу висуваються такі вимоги:

- мінімальний гальмівний шлях (максимальне уповільнення) при екстреному гальмуванні без порушення зчеплення коліс із дорогою або рейками та стійкості транспортного засобу;

- мінімальні витрати м'язової енергії водія для гальмування при обмеженому переміщенні органу управління приводу;

- плавне наростання гальмівної сили та можливість її простого регулювання;

- гарне відведення тепла від гальмівних механізмів, що забезпечує роботу гальм без перегріву та порушення гальмівних якостей;

- стабільність характеристик гальмівної системи в процесі експлуатації.

Це забезпечується високою зносостійкістю фрикційних пар, їхнім рівномірним зношуванням;

- безвідмовне гальмування рухомого складу за всіх умов. Досягається застосуванням кількох незалежних гальмівних систем або багатоконтурної системи.

5.4 Критерії оцінювання гальмівних систем

Розглянемо показники ефективності кожної із гальмівних систем. Зокрема, робоча гальмівна система бере участь у здійсненні екстреного гальмування, і відповідно до її призначення вона повинна мати найбільшу ефективність, тобто [14]

$$v = \psi \cdot g, \quad (5.1)$$

де v – сповільнення трамвайного вагона з максимальним навантаженням під час гальмування робочою гальмівною системою, м/с²;

ψ – коефіцієнт зчеплення колеса з рейкою або дорожнім покриттям;

g – прискорення вільного падіння ($9,81 \text{ м/с}^2$).

Допоміжна гальмівна система повинна обмежувати швидкість рухомого складу на ухилі, а стоянкова утримувати його нерухомим під час зупинки, у зокрема і на ухилі. Тоді критерій їх ефективності може бути визначений рівнянням:

$$v_{сгс} = v_{дгс} \geq i \cdot g / 1000, \quad (5.2)$$

де $v_{дгс}$, $v_{сгс}$ – сповільнення рухомого складу з максимальним навантаженням під час гальмування на горизонтальній ділянці дороги/колії допоміжною або стоянковою гальмівною системою, м/с^2 ;

i – максимальний ухил, на якому може експлуатуватися рухомий склад, %.

Додаткова гальмівна система трамвайного вагона як система, що використовується для підвищення ефективності гальмування, завжди працює одночасно з іншими системами. Її ефективність не залежить від ваги і визначається силою притискання її фрикційного елемента гальмівного механізму до рейки. Тоді критерій її ефективності можна визначити рівнянням [14]

$$v_{ддгс} = \frac{\kappa_{ск}(V) \cdot P}{m} n, \quad (5.3)$$

де $v_{ддгс}$ – сповільнення трамвайного вагона під час гальмування на горизонтальній ділянці колії додатковою гальмівною системою;

$\kappa_{ск}(V)$ – значення коефіцієнта ковзання для фрикційної пари (головка рейки – фрикційний елемент гальмівного механізму додаткової гальмівної системи) при швидкості трамвайного вагона V ;

P – сила притискання фрикційного елемента гальмівного механізму додаткової гальмівної системи до рейки;

n – кількість гальмівних механізмів додаткової гальмівної системи вагона;

m – маса трамвайного вагона.

Оскільки всі гальмівні системи рухомого складу, крім стоянкової, діють паралельно або послідовно під час того чи іншого режиму гальмування, то

критерієм ефективності режиму гальмування повинен бути гальмівний шлях. Нормативне значення гальмівного шляху визначається в залежності від показників часу та уповільнення.

Значення гальмівного шляху може бути визначено з рівняння

$$S = V_n \cdot t_{po} + 0,5 v_y (0,5 t_{zy}^2 + t_y^2), \quad (5.4)$$

де S – гальмівний шлях, м;

V_n – швидкість початку гальмування, м/с;

t_{po} – час запізнення спрацювання гальмівної системи, с;

t_{zy} – час наростання уповільнення трамвайного вагона, с;

t_y – час усталеного гальмування, с;

v_y – усталене сповільнення рухомого складу.

Критерієм ефективності гальмівної системи повинно бути уповільнення рухомого складу, а критерієм ефективності режиму гальмування – гальмівний шлях.

Під час розроблення нових гальмівних приладів або оцінки існуючих важливо встановити ступінь їхньої досконалості, визначити гальмівну ефективність рухомого складу і допустимі умови його експлуатації. Термін «гальмівна ефективність», що вживається в гальмівній практиці не має кількісного вимірювання, а використовується для цього довжина гальмівного шляху неоднозначна, бо залежить від безлічі додаткових факторів: швидкості гальмування, ухилу, типу гальмівних колодок, їх натискання тощо.

Непрямі показники гальмівної ефективності розрахунковий гальмівний коефіцієнт і питома гальмівна сила – орієнтовані на оцінку тільки максимальних гальмівних параметрів без урахування динаміки їхнього змінювання і дає лише наближену характеристику ступеня досконалості гальмівних пристроїв. Гальмівні шляхи порожнього й наповненого рухомого складу обладнані чавунними гальмівними колодками з однаковим розрахунковим гальмівним коефіцієнтом 0,6 на майданчику під час пневматичного гальмування можуть розрізнятися на 20 %.

У зв'язку з цим запропоновано інтегральний показник – коефіцієнт використання зчеплення [19]. Графічно він може бути представлений співвідношенням площ залежностей зміни гальмівних сил і сил опору руху рухомого складу (або окремого колеса) до потенційних сил зчеплення коліс з рейками.

5.5 Перетворення кінетичної енергії під час гальмування

Суть гальмування полягає у відборі кінетичної енергії транспортного засобу, що рухається, та перетворенням її на теплову або електричну енергію.

Здійснення гальмівного режиму базується на перетворенні за короткий період енергії рухомого складу, що рухається, на роботу гальм. тому для його швидкої зупинки потрібна більша гальмівна сила.

Довжина гальмівного шляху залежить від системи гальмування, під якою розуміють комплекс пристроїв, що послуговує для передачі керуючого впливу водія та утворення гальмівної сили, що діє на рухомий склад, тому перетворення кінетичної енергії залежить від виду систем гальмування: або механічної або електричної.

У *механічних* гальмах кінетична енергія перетворюється на роботу тертя, що витрачається на стирання й нагрівання тертьових поверхонь.

Під час *електричного* гальмування кінетична енергія перетворюється на електричну енергію, що поглинається в резисторах рухомого складу або розсіюється у вигляді тепла в навколишньому середовищі, або повертається в контактну мережу. У першому випадку електричне гальмування є реостатним, у другому – рекуперативним.

Під час гальмування із блокованими колесами кінетична енергія маси транспортного засобу, що рухається поступово, перетворюється на роботу сил тертя в контактах коліс із недеформуючою дорогою. Якщо колеса не заблоковані, то ця енергія перетворюється на теплову енергію частково в гальмівних механізмах і частково в контакті коліс із дорогою.

Рухомий склад, як і будь-яке фізичне тіло, під час руху має кінетичну енергію E_k , величина якої прямо пропорційна до маси m тіла і квадрата швидкості V руху і обчислюється за формулою:

$$E_k = \frac{m \cdot V^2}{2} = \frac{G}{g} \cdot \frac{V^2}{2}. \quad (5.5)$$

5.6 Сили, що діють під час гальмування на рухомий склад

У процесі гальмування на рухомий склад діють такі сили (рис. 5.2):

G_g – сила ваги, що прикладена в центрі маси рухомого складу й спрямована до центру Землі;

P_w – сила опору повітря, що прикладена в центрі й спрямована паралельно площини дороги;

P_i – сила інерції, прикладена до центра мас і спрямована убік руху паралельно площини дороги, протилежно швидкості;

$M_{i1,2}$ – моменти інерції коліс, що діють у напрямку кутових швидкостей ω_1 й ω_2 протилежно кутовим швидкостям коліс ε_1 й ε_2 . У момент M_{i2} враховані впливи обертових мас;

M_{w2} – моменти опору повітря обертанню колеса, що направлений убік, що протилежний напрямку їхнього обертання;

$P_{бок}$ – бічна сила, що перпендикулярна поздовжній площині ТЗ й прикладена як складова ваги в центрі мас;

R_{Z1}, \dots, R_{Z4} – нормальні реакції опорної поверхні, що спрямовані перпендикулярно дорозі й прикладені в зоні контакту коліс із опорною поверхнею дороги;

R_{X1}, \dots, R_{X2} – поздовжні реакції опорної поверхні, що спрямовані паралельно поздовжньої площини рухомого складу й прикладені в зоні контакту шини й дороги. Поздовжні реакції вважають рівнодіючими сил зчеплення $T_{зч}$, сил опору коченню P_K ;

B – гальмівна сила, що прикладена в зоні контакту коліс із опорною поверхнею дороги та спрямована в напрямку швидкості руху;

$P_{Y1,2}$ – поперечні реакції опорної поверхні.

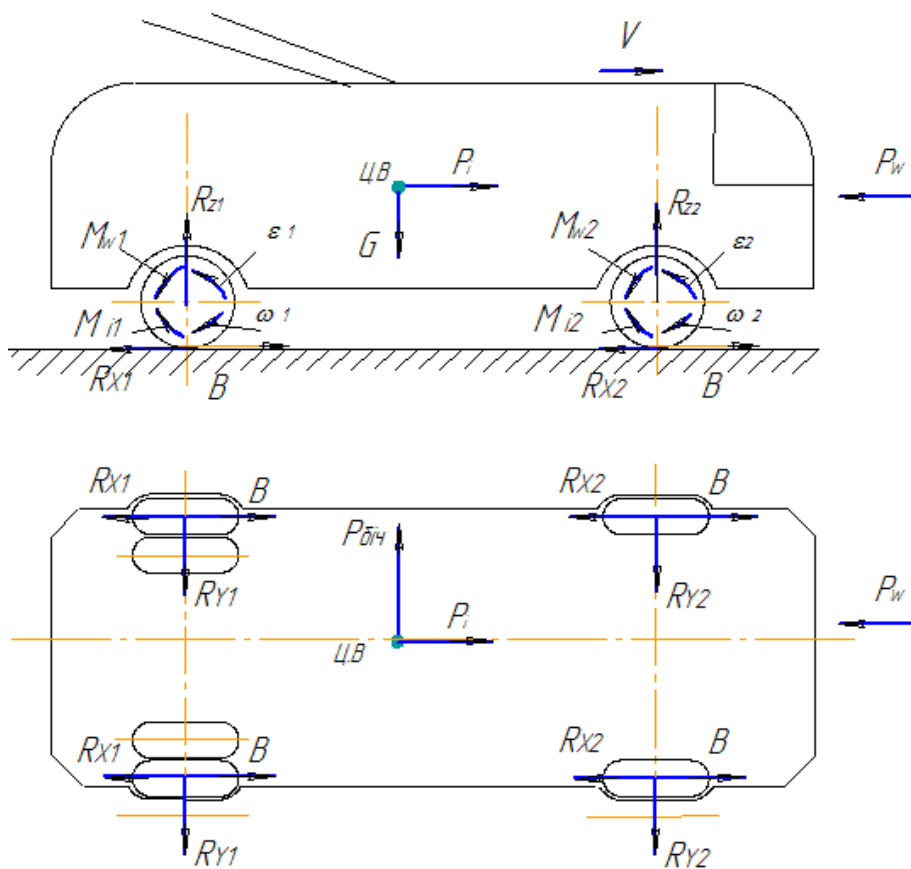


Рисунок 5.3 – Сили, що діють на транспортний засіб під час гальмування

Сили опору кочення і опору повітря сприяють гальмуванню. Складова сили тяжіння G_r , спрямована паралельно до дороги, під час руху на підйомі буде спрямована проти руху і тому сприятиме гальмуванню. Якщо транспортний засіб рухається схилом, ця складова сили тяжіння спрямована в бік руху і тому протидіятиме гальмуванню.

Сила інерції P_i під час гальмування спричиняє перерозподіл навантаження між передньою і задньою осями так, що на передні колеса воно збільшується, а на задні – зменшується. Отже, враховуючи збільшення сили зчеплення передніх коліс під час гальмування, конструкція гальм передбачає збільшене зусилля гальмування передніх коліс з таким розрахунком, щоб передні й задні колеса одночасно блокувалися.

5.7 Діаграма гальмування рухомого складу

Головними показниками ефективності гальмівної системи є уповільнення v і шлях гальмування S . Ці показники нормуються відповідними документами. Крім того, як показник, використовують час t гальмування.

Згідно з Правилами експлуатації трамвая і тролейбуса гальмівний шлях має бути під час екстреного гальмування:

– у разі початковій швидкості 20 км/год трамвайного вагона на сухих рейках – 5,5 м, тролейбуса на сухій дорозі – 4,5 м.

За цих же умов, але якщо початкова швидкість 30 км/год, для тролейбуса – 11 м, для трамвайних вагонів під час швидкості 40 км/год – 21 м.

Графіки залежностей уповільнення й швидкості руху від часу гальмування називаються *діаграмою гальмування* (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 – Гальмівна діаграма рухомого складу

Під *часом гальмування* розуміють час від моменту, коли водій помітив перешкоду, і до повної зупинки транспортного засобу.

Час гальмування складається з часу реакції водія t_{pe} , часу реакції рухомого складу $t_{p.c}$, часу зростання уповільнення t_{zy} із постійним v .

Час реакції водія – це проміжок часу з моменту, коли водій помітив перешкоду, і до моменту торкання ногою гальмівної педалі.

За час реакції водія t_{pv} , що складається із часу психічної й фізичної реакцій, водій оцінює обстановку й переносить ногу на педаль гальма. Залежно від індивідуальних особливостей людини, його стану, пори року й доби воно коливається $t_{pv} = 0,3 \dots 1,5$ с. Однак у розрахунках приймають середнє значення часу реакції $0,8 \dots 1,0$ с. За цей час швидкість рухомого складу не змінюється, а уповільнення дорівнює нулю.

Під час дії першої фази транспортний засіб рухається, тому що водій ще не зробив відповідних дій.

Час реакції рухомого складу t_{pc} – це час, який починається з передачі зусилля від гальмівної педалі до появи тиску в гальмівних механізмах. Протягом цього часу в системі гальмування обираються зазори в приводі, відкривається клапан у гальмівному крані, і тиск передається трубопроводами до гальмівних циліндрів. У тролейбусі, наприклад, починаючи з передачі зусилля від гальмової педалі, відмикаються контактори тягового режиму й умикаються контактори гальмівного режиму. Відбувається зростання струму в гальмівному контурі, проходить хвиля стисненого повітря від гальмового циліндра на гальмівні колодки, які спрацьовують і гальмують колеса.

Величина часу t_{pc} залежить від типу приводу (гідравлічний, пневматичний), конструкції гальмових механізмів (дискові, барабанні). За час t_{pc} швидкість не змінюється, а уповільнення v дорівнює нулю. Для електричного приводу міського електротранспорту t_{pc} приймають 0,5 секунду.

Час зростання уповільнення t_{zy} – це час, протягом якого уповільнення v змінюється від нульового значення до максимального, обмеженого зчіпними можливостями коліс із опорною поверхнею.

Уповільнення виникає не миттєво, а збільшується від 0 до максимального сталого. Величина часу зростання уповільнення залежить також від типу приводу (гідравлічний, пневматичний), конструкції гальмових механізмів (дискові, барабанні).

Поняття «стале уповільнення» v для реальних умов гальмування не зовсім точне. Це пов'язано з тим, що в процесі гальмування може змінюватися зусилля на педалі гальма, коефіцієнт тертя фрикційних пар (як результат зміни температури й швидкості тертьових поверхонь, коефіцієнт зчеплення (як результат зміни властивостей покриття, а також швидкості руху, ковзання й температури шин). У зв'язку з цим змінне значення v_{cm} замінюють середнім і умовно називають сталим.

Час t_{zy} коливається в межах 0,05...2,0 с і залежить від типу транспортного засобу, типу і стану гальмівної системи, зусилля, що прикладається до гальмівної педалі, стану дорожнього покриття. У середньому для розрахунків приймають час зростання уповільнення 0,3 с.

Прийнято, що прискорення за час t_{zy} зростає за лінійним законом, а тому графіком прискорення буде похила лінія (рис. 5.4). Графіком швидкості на цій ділянці буде крива, що описана параболою.

Час гальмування з постійним уповільненням до повної зупинки t_{ny} характеризується на діаграмі похилою лінією (рис. 5.4). Графіком v на цій ділянці буде пряма, паралельна до осі абсцис.

5.8 Методи визначення гальмівного шляху

Існують такі *методи визначення гальмівного шляху*:

- аналітичний;
- графічний;
- визначення за інтервалами швидкості;
- визначення за номограмами.

В *аналітичному* методі розрахунку зупиночний шлях визначають за встановленою формулою або розбивають довжину зупиночного шляху за такими фазами: час реакції водія; час реакції рухомого складу; час зростання уповільнення; час, що необхідний для остаточної зупинки. Довжину кожного шляху визначають за відповідною формулою і далі знаходять суму всіх часток шляху.

Графічний метод розрахунку гальмівного шляху характеризується простотою та наочністю. Для розрахунку використовують характеристику питомої сповільнюючої сили на прямій і горизонтальній ділянці шляху під час екстреного гальмування. Для побудови графіка залежності гальмівного шляху від швидкості, знаходять точку, що відповідає ухилу на спуску. Точку значення ухилу відкладають вправо від нуля; якщо рух створюється на підйом – вліво від нуля [16].

Для визначення гальмівного шляху за *інтервалом швидкості* задаються значення інтервалу швидкості Δv і обчислюють збільшення часу Δt і шляху ΔS за відповідними формулами. Загальну довжину гальмівного шляху визначають, як суму $\Sigma \Delta S$ [16].

За *номограмами* можна визначити довжину гальмівного шляху, не виконуючи розрахунків. Номограма становить графік функції залежності гальмівного шляху, наприклад, від швидкості руху при різних умовах експлуатації (за різних значень коефіцієнтів зчеплення, значень ухилів, відстані видимості й тощо).

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть гальмівні властивості рухомого складу. Які критерії застосовуються для їхньої оцінки?
2. Назвіть головні вимоги щодо гальмівних систем, що регламентують Правила № 13 СЕК ООН?
3. Назвіть режими гальмування рухомого складу. За яких умов рекомендується застосовувати кожен із цих способів?
4. Назвіть методи підвищення ефективності гальмування рухомого складу.
5. Які вимоги висуваються до гальмівних систем сполучених машин?
6. Якими гальмівними системами повинен бути обладнаний рухомий склад?

7. Яке максимальне уповільнення рухомого складу рекомендується в разі службового гальмування і чому?
8. Чому дорівнює значення уповільнення під час екстреного гальмування?
9. При якому ковзанні колеса досягається максимальна гальмівна сила?
10. Що забезпечують і чим характеризують гальмівні властивості транспортних засобів?
11. Перелічить і пояснить, які застосовуються види режимів гальмування.
12. Які системи гальмування існують?
13. Складіть схему сил, що діють на транспортний засіб під час гальмування.
14. Які сили сприяють гальмуванню, а які ні? Розгляньте ситуації під час руху з ухилу і на ухил.
15. Поясніть різницю між довжиною гальмівного і зупиночного шляху. Для чого використовують ці показники?
16. Що називають діаграмою гальмування? Як використовують цю діаграму?
17. З якою метою використовують дублювання елементів гальмівної системи?
18. Що є рекуперативним гальмуванням і в чому їхня перевага?
19. Як перетворюється кінетична енергія рухомого складу під час гальмування?

Лекція 6

ГАЛЬМІВНІ МЕХАНІЗМИ РУХОМОГО СКЛАДУ

План

- 6.1 Класифікація гальм.
- 6.2 Гальмівні системи механічного гальма.
- 6.3 Види гальмівних механізмів рухомого складу.
- 6.4 Приводи механічних гальм.
- 6.5 Характеристики гальмівних передач.

6.1 Класифікація гальм

За способом створення гальмівної сили гальма поділяються на *електричні* і *механічні (фрикційні)* [13].

Дія електричних (електродинамічних) гальм будується на переведенні тягових електродвигунів у режим генераторів. Вони поділяються на рекуперативні, реостатні та рекуперативно-реостатні. У рекуперативних гальмах електроенергія, що виробляється під час гальмування, повертається в мережу, а в реостатних – погашається в реостатах. У рекуперативно-реостатних на великій швидкості енергія повертається в мережу, на малій швидкості – погашається у реостатах.

Механічним називається гальмо, у якого кінетична енергія транспортного засобу, що рухається, перетворюється на теплову за рахунок сил тертя. Механічні гальма класифікуються за різними ознаками за принципом реалізації гальмівної сили, конструкції приводу, конструкції гальмівного механізму.

За принципом реалізації гальмівної сили розрізняють дві групи гальм:

- 1) реалізують гальмівну силу за допомогою зчеплення коліс із дорожнім покриттям або рейками;
- 2) реалізують гальмівну силу незалежно від взаємодії коліс та колії.

Гальмівна сила гальм першої групи обмежується зчепленням колеса з рейкою або дорогою. Гальма цієї групи можуть бути колісними та центральними.

Колісними називають гальма, у яких гальмівне зусилля передається безпосередньо на колісну пару або колесо. У центрального гальма гальмівне зусилля передається на силову передачу і через неї на колісну пару або колесо.

У гальмах другої групи гальмівні зусилля передаються безпосередньо на рейки, минаючи колісні пари. Ці гальма дозволяють реалізувати вищі гальмівні сили.

За конструкцією гальмівного механізму механічні гальма поділяють на колісно-колодкові, дискові, барабанні, рейкові. Перші три належать до гальм, що реалізують зчеплення коліс з рейками або дорогою, а рейкові – до гальм, дія яких не залежить від зчеплення коліс із рейками.

За типом приводу розрізняють гальма з м'язовим приводом (ручним або ножним), пневматичним, пружинним, гідравлічним, електричним, пневмогідравлічним, пневмопружинним та ін. приводами. М'язові приводи зазвичай використовуються для гальма стоянки.

6.2 Гальмівні системи механічного гальма

Гальмівні системи механічного гальма складаються з гальмівних механізмів, гальмівних приводів та гальмівних передач.

Гальмівний механізм – це система пристроїв, які при гальмуванні безпосередньо перетворюють кінетичну енергію транспортного засобу, що рухається, на теплову. Гальмівний механізм є фрикційною парою, що складається із гальмівної колодки і поверхні катання колеса – у колісно-колодкового гальма; гальмівної колодки (накладки) і барабана, що обертається – у барабанного гальма; гальмівної накладки і диска, що обертається – у дискового гальма; гальмівної колодки (башмака) та рейки – у рейкового гальма.

До гальмівних механізмів висуваються такі вимоги:

- висока ефективність дії, тобто створення великого гальмівного моменту;
- стабільність ефективності при зміні зовнішніх умов та режиму гальмування (швидкості, кількості гальмування, температури навколишнього середовища елементів, що труться, наявності в механізмах води, пилу);
- висока надійність і довговічність пари, що труться;
- плавність дії, відсутність під час гальмування вібрацій, "визгу";
- гарне відведення тепла із зони тертя;
- мала трудомісткість технічного обслуговування та ремонту.

6.3 Види гальмівних механізмів рухомого складу

Колісно-колодкові гальмівні механізми застосовуються тільки на вагонах метрополітену та трамвайних вагонах. Схема механізму подана на рисунку 6.1. Гальмівні колодки кріпляться до підвісок АБ за допомогою шарніра Б, а сама підвіска за допомогою шарніра А – до рами візка [13].

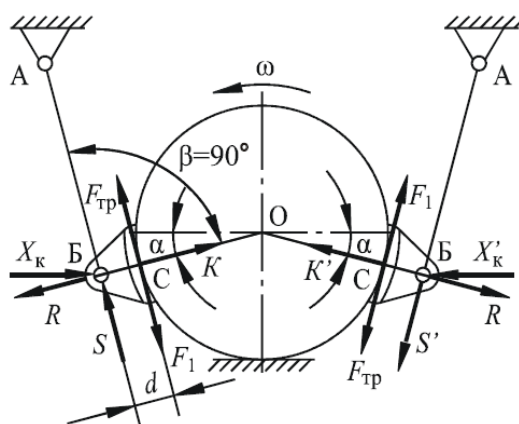


Рисунок 6.1 – Схема колісно-колодкового гальмівного механізму

На рейковому рухомому складі застосовується одnobічне або двобічне натискання колодок на колесо. Одностороннє натискання дозволяє спростити конструкцію важільної передачі, її розміщення на ходових частинах і регулювання в процесі експлуатації.

Двобічне натискання колодок дозволяє знизити тиск на колесо, зменшити їх зношування і збільшити пробіг вагонів між регулюваннями гальмівної системи. Зі зменшенням тиску коефіцієнт тертя колодок збільшується. Вивертальна дія на колесо при двобічному натисканні відсутня наслідок зрівноважування сил, діючих від колодок на колесо.

Застосовувані в колісно-колодковому гальмівному механізмі колодки розрізняють за конструкцією і матеріалом, з якого вони виготовлені. На трамвайних вагонах застосовують безгребневі чавунні гальмівні колодки, а на вагонах метрополітену – гребневі з композиційного матеріалу [13].

На трамвайних вагонах, які випускаються сьогодні цей вид гальма не використовують. На вагонах метрополітену колісно-колодкове гальмо зазвичай застосовують як екстрене, що заміщує електродинамічне в разі його зношування. Також воно може використовуватися і як службове.

Дисковий гальмівний механізм складається з обертового гальмівного диска і гальмівної накладки, а також пристроїв для їх кріплення і регулювання положення накладок відносно диска. За місцем розміщення дискові гальмівні механізми поділяються на осьові, колісні і центральні [13].

В осьових гальмах (рис. 6.2, а) гальмівний диск розміщується на осі колісної пари, у колісних – всередині колеса, у центральних (рис. 1.3. б) – на валу тягової передачі або тягового електродвигуна.

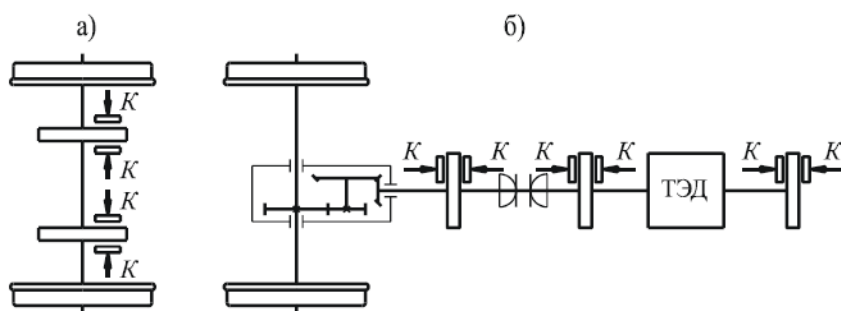


Рисунок 6.2 – Схеми осьового (а) і центрального (б) гальмівних механізмів

За особливостями впливу гальмівного диска на вал розрізняють дискові гальма з одnobічним та двобічним натисканням накладок (рис. 6.3).

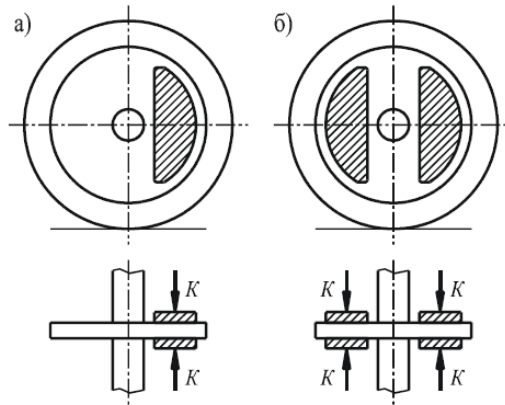


Рисунок 6.3 – Схеми дискових гальмівних механізмів з однобічним (а) і двобічним (б) натисканням

Гальмівні механізми з установленням гальмівного диска на осі колісної пари або на валах тягової передачі застосовують на рейковому рухомому складі.

У дисковому гальмі використовують композиційні накладки, які кріплять на башмаку. Гальмівні диски можуть бути роз'ємними (розрізненими) і нероз'ємні. Роз'ємні диски насаджують на вісь на шпонці і стягують болтами. Нероз'ємні диски напресовують на вісь.

Порівняно з колісно-колодковими гальмами дискові мають низку переваг: мають хорошу гальмівну характеристику; зменшують експлуатаційні витрати внаслідок великого терміну служби накладок; дозволяють використовувати привід меншої потужності для створення однакової гальмівної сили; незмінність зазору між накладками і диском при зміні осідання кузова на підвісці, що виключає її вплив на роботу дискового гальма; відсутність впливу на роботу дискового гальма стану рейкового шляху [13].

До недоліків наявних конструкцій дискового гальма відносять: змінення гальмівного ефекту відповідно до зношування накладок; поява неприємного звуку високої частоти під час гальмування дисковим гальмом із композиційними накладками; потреба у великому монтажному просторі, що в моторних вагонах і тролейбусах забезпечити практично неможливо; додаткове

навантаження елементів тягової передачі і скорочення їхнього терміну служби в разі використання центральних дискових гальмівних механізмів.

Елементами фрикційної пари барабанного гальмівного механізму є обертовий барабан і гальмівні колодки. За місцем розташування барабана гальмівні механізми класифікуються на осьові, колісні й центральні. У осьовому гальмівному механізмі барабан насаджують безпосередньо на вісь колісної пари, у колісному відливають разом з колісним центром або встановлюють на маточинах коліс, у центральному – розміщують на валу тягової передачі або тягового електродвигуна [13, 17].

За різновидом дії на вал барабана розрізняють барабанні гальмівні механізми з однобічним і двобічним натисканням колодок, а за місцем розташування гальмівних колодок – із зовнішнім та внутрішнім. Схеми основних типів барабанних гальмівних механізмів наведені на рисунку 6.4.

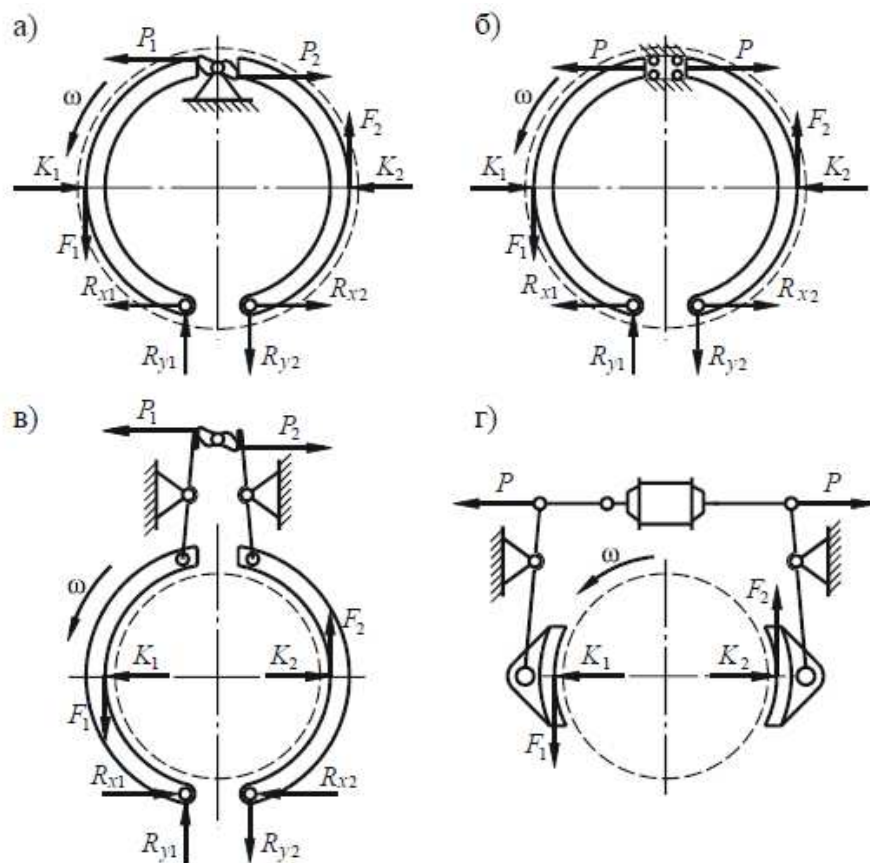


Рисунок 6.4 – Схеми барабанних гальмівних механізмів:
 а, б – із внутрішнім розташуванням колодок;
 в, г – із зовнішнім розташуванням колодок

У гальмівних механізмах, виконаних за схемами *a* і *в*, розтискний пристрій має фіксовану опору і забезпечує рівне переміщення гальмівних колодок та однакове їхнє зношування.

Гальмівні механізми, наведені на схемах *б* і *г*, мають розтискний пристрій плаваючого типу, які не мають опор, сприймають реакції приводних сил. Такі розтискні пристрої забезпечують рівні приводні сили *P*. Приводним пристроєм є гідравлічні (схема *б*) або пневматичні (схема *г*) циліндри.

Гальмівні механізми, виконані за схемами *a* і *б*, мають внутрішнє розташування колодок, а за схемами *в* і *г* – зовнішнє. Механізми із внутрішнім розташуванням колодок мають такі переваги [13]:

- можливість захисту від потрапляння на поверхню тертя гальмівних колодок вологи і бруду, унаслідок чого забезпечується незмінність коефіцієнта тертя колодок, а отже, і більш надійна робота гальм;
- порівняно мала вага, простота і технологічність конструкції;
- більш сприятливі умови відведення тепла від поверхні гальмівного барабана.

Гальмівні механізми з внутрішнім розташуванням колодок мають більшу відстань від поверхні тертя до осі барабана, ніж у гальмівних механізмах із зовнішнім розташуванням колодок при тих самих габаритах. Це дозволяє зменшити натискання на колодку при тому самому гальмівному ефекті.

Барабанні гальма широко застосовуються в гальмівних системах трамвая і тролейбуса. Вони мають практично постійний коефіцієнт тертя, дозволяють отримати значні гальмівні сили при незначних габаритах, мають менший знос гальмівних колодок порівняно з дисковим і колісно-колодковими гальмами, а також рівномірний знос колодок, в результаті чого гальмівний ефект не залежить від величини їх зносу.

Елементами фрикційної пари *рейкового гальмівного механізму* є гальмівний башмак і рейка. Рейкові гальмівні механізми можуть бути з електромагнітним та пневматичним приводами.

У електромагнітного рейкового гальма в каркасі башмака розташована електрична котушка, у яку під час гальмування подається електричний струм. Башмак намагнічується і внаслідок магнітної взаємодії притискається до рейки.

У разі використання пневматичних рейкових гальм башмак притискається до рейки за рахунок енергії стиснутого повітря, що подається в циліндри. Схеми дії сил у рейкових гальмах наведено на рисунку 6.5.

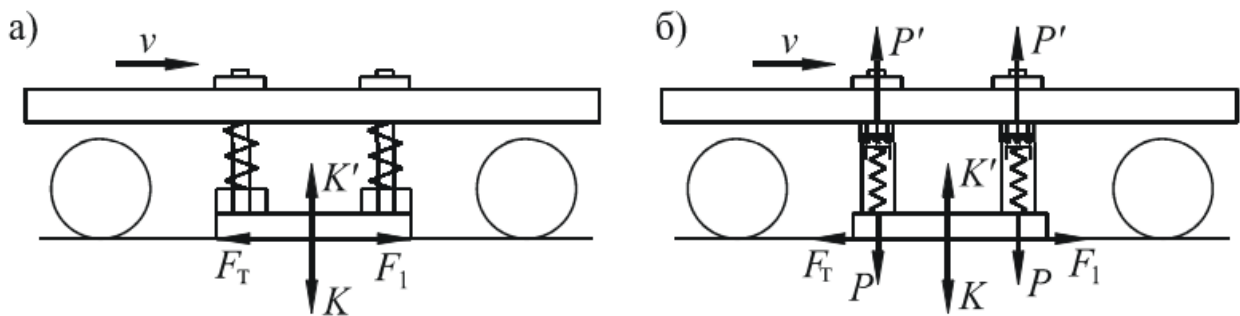


Рисунок 6.5 – Схеми дії сил у рейкових гальмах:

а – електромагнітному; б – пневматичному

У пневматичних рейкових гальмах реакція приводних сил P' передається на раму візка і відбувається часткове розвантаження колісних пар. Внаслідок цього погіршується стійкість коліс до сходження з рейок та ефективність діючих спільно дискових або колодкових гальм.

В електромагнітному рейковому гальмі вертикальні сили від приводу на візок не передаються, тому що притискання здійснюється завдяки магнітній взаємодії. Розвантаження колісних пар у цьому разі відсутнє. Гальмівна сила утворюється безпосередньо в місці контакту башмака і рейки та дорівнює силі тертя між ними. Його дія не залежить від зчеплення колеса із рейкою.

Головними перевагами рейкового гальма є незалежність гальмівної сили від зчеплення колеса з рейкою. Крім того, башмаки рейкового гальма під час гальмування очищують рейки, що підвищує коефіцієнт зчеплення, а отже, і ефективність інших видів фрикційних гальм, що використовують зчеплення колеса з рейкою.

Водночас гальмівний механізм має й недоліки: дорожнеча, великі габарити та швидке зношування башмаків. Через малу зносостійкість башмаків

це гальмо використовують тільки для екстреного гальмування разом з іншими видами механічних гальм, що дає змогу значно зменшити гальмівні шляхи, а отже, підвищити безпеку руху вагонів.

В електромагнітному рейковому гальмі колодки, роль яких виконують полюсні башмаки електромагніту, виготовляють із магнітопровідного матеріалу – сталі або чавуну. Коефіцієнт тертя цих матеріалів по рейках невеликий, що потребує створення ефективного гальма великих сил натискання. У пневматичних рейкових гальмах можливе застосування композиційних матеріалів з більш високим коефіцієнтом тертя.

6.4 Приводи механічних гальм

Гальмівний привод – це сукупність пристроїв гальмівної системи, яка забезпечує передачу енергії від її джерела до гальмівних механізмів та керування кількістю цієї енергії в процесі передачі.

Гальмівні механізми приводяться в дію такими приводами:

- пневматичним, із використанням енергії стисненого повітря;
- гідравлічним, у якому для передачі енергії використовується рідина;
- пневмогідравлічним (змішаним), у якому для передачі енергії використовується два і більше типів робочого тіла;
- електромагнітним, у якому для передачі енергії використовується електричний струм;
- пружинним, із використанням потенційної енергії пружин;
- із пружинними енергоакумуляторами;
- м'язовими, із використанням м'язової сили водія.

У перших шести приводах енергія водія використовується лише для регулювання процесу гальмування, а необхідна величина сили на вихід створюється в наслідок дії джерела енергії великої потужності. У м'язовому приводі вся енергія для створення необхідної сили на виході створюється водієм.

Гальмівні приводи оцінюються такими характеристиками: точністю стежучою дією, швидкодією та надійністю.

На рисунку 6.6 подано класифікаційну схему гальмівного приводу рухомого складу.

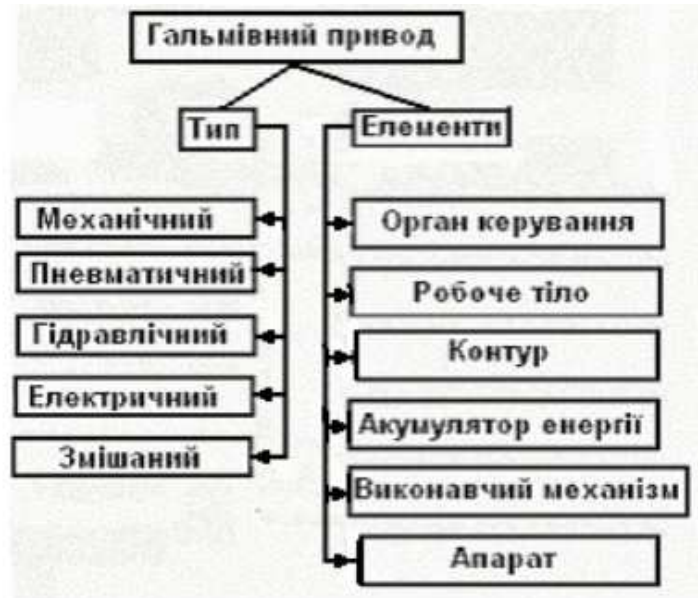


Рисунок 6.6 – Класифікаційна схема гальмівного приводу [14]

Гальмівні приводи складаються з таких основних елементів:

– контур гальмівного приводу – це незалежна частина гальмівного приводу, здатна здійснювати гальмування в разі відмові іншої частини гальмівного приводу;

– акумулятор енергії гальмівного приводу – це пристрій, призначений для накопичення і збереження енергії, яка використовується для гальмування (ресивер);

– робоче тіло гальмівного приводу – це носій енергії;

– орган керування гальмівного приводу – це пристрій, призначений для подачі сигналу і керування енергією, що надходить від джерела або акумулятора енергії до гальмівних механізмів (педаць або гальмівний кран);

– виконавчий орган – це пристрій, призначений для передачі енергії гальмівному механізму (гальмівний циліндр);

– апарат гальмівного приводу – одиничний, конструктивно відокремлений пристрій гальмівного приводу (ресивер, трубопровід, гальмівний циліндр, зворотний та запобіжний клапани тощо).

Гальмівний механізм як одна із складових гальмівної системи є механізмом, який безпосередньо створює і змінює штучний опір руху. Характеристикою гальмівного механізму є гальмівний момент, що діє на його обертовий елемент щодо осі його обертання або гальмівна сила, яка створюється при притискання його до головки рейки на трамвайних вагонах.

Пневматичний гальмівний привід набув найбільшого поширення на рухомому складі міського електричного транспорту. Він відрізняється ефективністю дії, простотою конструкції та надійністю експлуатації. Джерелом енергії пневматичного приводу є стиснене повітря, що виробляється компресором.

Енергія стисненого повітря перетворюється на механічну на гальмівних циліндрах або гальмівних камерах. Схеми перетворювачів пневматичних гальмівних приводів подано на рисунку 6.7.

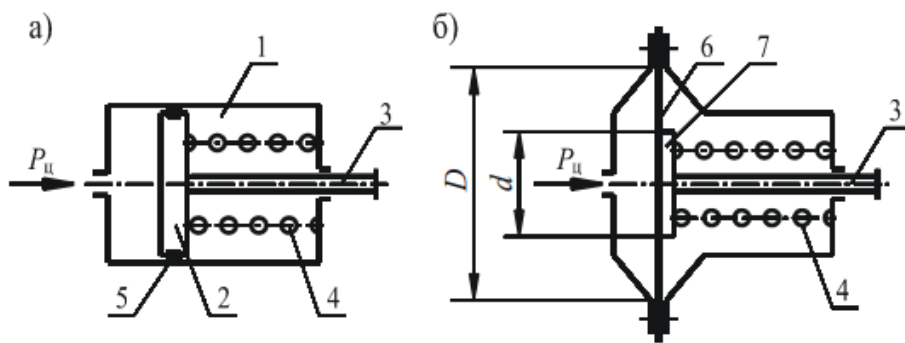


Рисунок 6.7 – Перетворювачі пневматичного приводу:
а – гальмівний циліндр; б – гальмівна камера;
1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – відпускна пружина;
5 – манжета; 6 – гнучка діафрагма; 7 – металева шайба

Пневматичний привід може бути індивідуальним та груповим. У індивідуальному приводі кожен гальмівний механізм приводиться в дію від власного гальмівного циліндра (камери), а при груповому – один гальмівний циліндр впливає через передачу важеля на кілька гальмівних механізмів.

У гальмівному циліндрі органом, що сприймає тиск стисненого повітря, є поршень, ущільнений у циліндрі гумовою манжетою, а в гальмівній камері – гумова діафрагма, затиснута жорстко по зовнішньому контуру між корпусом та кришкою та за внутрішнім контуром між металевими шайбами.

Гальмівні камери за видом з'єднання корпусу та кришки можуть бути фланцевими (фланці корпусу та кришки з'єднані за допомогою болтів) та безфланцевими (фланці корпусу та кришки, виконані у вигляді невеликого конуса, з'єднані кільцевим конусним хомутом). Камери безфланцевої конструкції мають менший зовнішній діаметр, потребують меншої витрати матеріалів (металу й гуми), більш технологічні при складанні.

Порівняно з гальмівними циліндрами гальмівні камери мають меншу витрату повітря завдяки специфічній формі корпусу, малу початкову нечутливість та більш надійну герметизацію з'єднання. У них відсутні деталі, що труться, завдяки чому вони мають вищий коефіцієнт корисної дії. Недоліками камер є нестабільність робочих характеристик (залежність зусилля на штоку від прогину діафрагми та зміни модуля пружності гумової діафрагми через старіння) і менша працездатність через частий вихід з ладу гумової діафрагми.

Головна перевага пневматичного приводу полягає у використанні як робочого тіла, стисненого повітря. Повітря береться з навколишнього середовища і майже завжди є в розпорядженні. Витоки з гальмівної системи не призводять до погіршення екології, потрібно дбати про рециркуляцію – повітря, що відпрацювало, випускається в атмосферу.

У *гідролічному приводі*, як робоче тіло, використовують рідину, яка під тиском подається в гальмівні циліндри, що приводять в дію гальмівні механізми. Привід має високий ККД, малий період спрацьовування і невелику масу. Проте він має невелике передатне число та складний для експлуатації. На рухомому складі міського електротранспорту його практично не застосовують.

Комбінований пневмогідролічний привід застосовується на рухомому складі підвищеної місткості (зчленовані тролейбуси). Окрім малих витрат

енергії водія на керування гальмами, що характерно для пневматичного приводу, він має всі переваги гідравлічного приводу. Застосування пневматичного приводу для тролейбусів, що мають велику довжину, призводить до запізнення гальмування задніми колесами. Пневмогідравлічний привід забезпечує швидке спрацювання найбільш віддалених коліс завдяки стисливості рідини. Схема дії пневмогідравлічного гальмівного приводу подана на рисунку 6.8 [13].

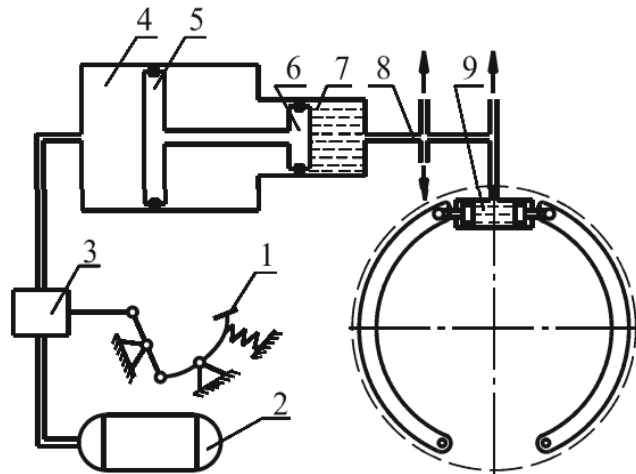


Рисунок 6.8 – Схема дії гальмівного приводу зчленованого тролейбуса:
 1 – гальмівна педаль; 2 – резервуар; 3 – гальмівний кран;
 4 – пневмогідравлічний підсилювач; 5 – поршень пневматичного циліндра;
 6 – поршень гідравлічного циліндра;
 7 – гідравлічний циліндр; 8 – трубопровід; 9 – гальмівний циліндр

Під час гальмування водій натискає на гальмівну педаль. Водночас стиснене повітря з резервуара (2) через гальмівний кран 3 повітряпроводом надходить в циліндр пневмогідравлічного (4) підсилювача. В ньому енергія стисненого повітря перетворюється на енергію тиску рідини. Тиск рідини при цьому збільшується прямо пропорційно тиску повітря за рахунок різниці площ поршнів (5) і (6). З гідроциліндра (7) рідина трубопроводом (8) потрапляє в гальмівні циліндри (9). В результаті колодки притискаються до барабана, і відбувається гальмування. Гальмівний момент, що виникає на барабані, прямо пропорційний силі натискання на педаль гальма.

До недоліків пневмогідравлічного приводу варто віднести зниження ККД у разі низьких температур і ускладнення технічного обслуговування, пов'язаного з перевіркою кількості гальмівної рідини та видаленням повітря з гідравлічної частини приводу.

Електромагнітний гальмівний привід застосовують як на рейковому, так і на безрейковому рухомому складі. У ньому механічне зусилля для приведення в дію гальмівного механізму створюється енергією магнітного поля. Принцип роботи електромагнітного гальмівного приводу такий. Шляхом натискання гальмівної педалі здійснюється вплив на гальмівний контролер, з'єднаний із регулювальними резисторами. Таким чином, водій керує величиною струму в ланцюзі обмотки електромагніту. В результаті якір притягується з певною силою до ярма, що впливає на важелі, яку розтискають гальмівні колодки барабанного гальма. Під час відпускання колодки повертаються у вихідне положення пружинами під час припинення подачі струму в обмотку електромагніту.

Електромагнітні приводи забезпечують високу ефективність та швидкодію гальм, надійні в експлуатації та вимагають менших експлуатаційних витрат. Однак їх конструкція складніша за конструкцію пневматичних гальм і вимагає високої точності виготовлення.

На деяких трамвайних вагонах використовуються *пружинні гальмівні приводи* з електромагнітним або пневматичним гальмуванням (рис. 6.9).

Пружинний привід з електромагнітним гальмуванням (рис. 6.9, а) складається з робочої пружини (1), електромагнітної котушки (3), триплечого важеля (2). При гальмуванні котушка (3) знеструмлена. Пружина (1) діє на плече важеля (2) і повертає його навколо шарніра (O). Далі зусилля через систему тяг передається на важіль розтискного кулака гальмівного механізму. Під час відпускання гальма на електромагнітну котушку (3) подається струм. Котушка створює зусилля на іншому плечі важеля (2), змушуючи повернутися його у зворотному напрямку. Відбувається відгальмовування.

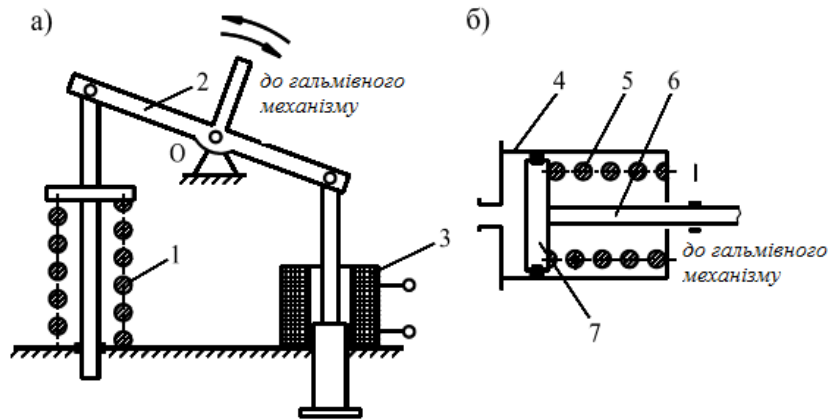


Рисунок 6.9 – Схеми пружинних гальмівних приводів:
 а – з електромагнітним гальмуванням; б – з пневматичним гальмуванням

Привід з пневматичним гальмуванням (рис. 6.9, б) складається з гальмівного циліндра (4) з робочою пружиною (5). При гальмуванні пружина (5) через шток (6) впливає на розтискний гальмівний пристрій механізму. При відпустці гальма в гальмівний циліндр (4) подається стиснене повітря, яке переміщує поршень (7) у зворотному напрямку, через шток (6), повертаючи розтискний пристрій в стан відпусткання.

Привід гальмівний з пружинним енергоакумулятором є комбінованим приладом [17], що складається з пневматичної гальмівної камери та пружинного енергоакумулятора. Обидві частини розташовані послідовно і діють на одному штоку, з'єднаному із розтискним пристроєм гальмівного механізму (рис. 6.10).

У разі ввімкнення стоянкового гальма стиснене повітря постійно підводиться до порожнини (А) пружинного енергоакумулятора. Діафрагма (5) знаходиться у крайньому лівому положенні. Силова пружина (10) повністю стиснута. Під час гальмування робочою гальмівною системою стиснене повітря від гальмівного крана подається в порожнину перед діафрагмою (2), яка, прогинаючись, через опорний диск (3) стискає пружину (1) і переміщує шток (13), що впливає на гальмівний механізм.

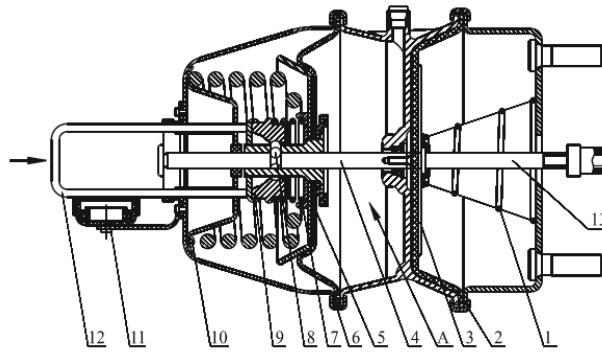


Рисунок 6.10 – Схема приводу із пружинним енергоакумулятором:

- 1 – пружина гальмівної камери; 2 – діафрагма гальмівної камери; 3 – диск;
 4, 13 – штоки; 5 – діафрагма енергоакумулятора; 6 – корпус енергоакумулятора;
 7 – пружина стопора; 8 – кульки; 9 – фіксаторна втулка;
 10 – пружина енергоакумулятора; 11 – гайка спеціальна; 12 – штовхач

У разі ввімкнення стоянкової або гальмівної системи стиснене повітря випускається із порожнини А в атмосферу за допомогою ручного крана. Діафрагма (5) під дією пружини (10) повертається у праве положення. Шток 4 через діафрагму (2) переміщує шток (13). Відбувається загальмовування тролейбуса. У разі необхідності аварійного розгальмовування штовхачем (12) переміщують фіксуючу втулку (9), яка звільняє шток (4) від стопору. Під дією пружини (1) штоки (13) та (4) переміщуються вліво. Відбувається розгальмовування системи.

М'язові приводи можуть бути ручними та ножними. Привід непридатний для швидкого загальмовування транспортного засобу, що рухається, так як у цьому випадку зусилля водія недостатньо, тому м'язові приводи використовуються тільки для гальма стоянки. Привідний механізм ручного гальмівного приводу буває редукторного типу (колонка ручного гальма) та важеля. На рисунку 6.11 наведено схему редукторного приводного механізму.

Колонка ручного гальма складається з маховика (1), двоступінчастого редуктора (2) з циліндричними зубчастими колесами та зірочкою (3). Під час обертання маховика зубчастий ланцюг (4) намотується на зірочку (3), переміщуючи важелі (5) службового гальма з пневматичним приводом від гальмівного циліндра (7). Зусилля передається гальмівним механізмам. Відпуск

гальма відбувається за допомогою зворотної пружини (8) при обертанні маховика (1) у зворотному напрямку.

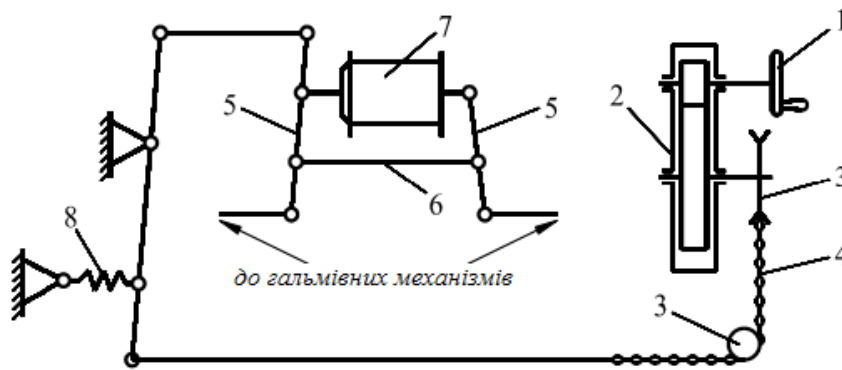


Рисунок 6.11 – Схема редукторного приводу гальма стоянки:
 1 – маховик; 2 – редуктор; 3 – зірочка; 4 – зубчастий ланцюг; 5 – важелі гальмівної передачі; 6 – затяжка важелів; 7 – гальмівний циліндр;
 8 – відгальмовуюча пружина

У важільному приводному механізмі при загальмовуванні здійснюють зворотно-поступальні хитання приводного важеля. При цьому натягується трос і далі зусилля через систему важелів та тяг передається на розтискні кулачки гальмівних механізмів. Привідний механізм забезпечений храповим і гальмівним пристроями. Останні у разі відпускання приводяться у дію за допомогою педалі.

6.5 Характеристики гальмівних передач

Гальмівні передачі призначені для передавання зусилля від гальмівного приводу до гальмівних механізмів. Вони є механічною (важільною), гідравлічною, електричною або іншою системою. На рухомому складі міського електричного транспорту використовують механічні важільні передачі. Вони становлять систему тяг та важелів, що передають на фрикційні вузли гальмівне зусилля від перетворювача енергії (гальмівного циліндра, гальмівної камери тощо). За допомогою важеля передача зусилля рівномірно розподіляється на колодки (накладки) гальмівних механізмів [13].

Гальмівні передачі характеризуються силовим передатним відношенням, кінематичним передавальним числом та коефіцієнтом корисної дії. Силовим передатним відношенням називається відношення суми $\sum K_i$ сил натискання гальмівних колодок (накладок), що діють від одного перетворювача енергії, до зусилля $P_{ш}$, що розвивається на його штоку:

$$i_{no} = \frac{\sum K_i}{P_{ш}}. \quad (6.1)$$

Кінематичним передатним числом називається відношення ходу h робочого органу перетворювача (наприклад, штока гальмівного циліндра) до переміщення вихідної ланки важільного передачі l_p при виборі зазору між гальмівними колодками (накладками) і елементами гальмівних механізмів, що обертаються:

$$i_{kn} = \frac{h}{l_p}. \quad (6.2)$$

Якщо робочий орган перетворювача гальмівного приводу має кутове переміщення α , то

$$i_{kn} = \alpha \frac{r}{l_p}, \quad (6.3)$$

де r – відстань від точки докладання сили до осі обертання рукоятки ручного або передачі ножного приводу гальма.

Коефіцієнтом корисної дії гальмівної важеля передачі називається відношення суми фактичних сил на виході передачі до розрахункової суми таких сил (без урахування втрат на тертя в шарнірах важелів).

Запитання для самоконтролю

1. Які різновиди гальмівних систем усім відомі?
2. Наведіть структурні схеми систем механічного гальмування рухомого складу.
3. З якою метою використовують дублювання елементів гальмівної системи?

4. Що є рекуперативним гальмуванням і яка його перевага?
5. Якими різновидами гальмування обладнують тролейбуси та трамваї?
6. Назвіть різновиди конструкції механічних гальм?
7. Як конструктивно виконати систему пневматичного гальмування?
8. Конструкція рейкових гальм і їхнє призначення.
9. Способи підвищення схемної надійності та резервування гальмівних систем.
10. Як забезпечується надійність гальмівної системи під час виробництва й експлуатації?

Лекція 7

ЕКСПЛУАТАЦІЯ І ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ

План

- 7.1 Перевірка справності гальмівних систем перед початком роботи.
- 7.2 Технічне обслуговування гальмівного обладнання тролейбусів.
- 7.3 Технічне обслуговування гальмівного обладнання трамваїв.
- 7.4 Стендовий контроль ефективності гальмівних систем тролейбуса.
- 7.5 Дії водія в разі відмови систем гальмування при русі по перегонах.
- 7.6 Переваги діагностування стану гальмівних систем під час роботи рухомого складу на лінії.

7.1 Перевірка справності гальмівних систем перед початком роботи

Під час приймання тролейбуса в депо перевіряють справність кіл зарядів акумуляторної батареї та (при вимкненому автоматі й натиснутій кнопці секвенції) чіткість спрацьовування апаратів системи електродинамічного гальмування.

Електродинамічне гальмування можливе лише при справних колах живлення з напругою 24 В, тому забороняється експлуатація тролейбусних

машин із зниженою напругою акумулятора, надмірно великим струмом зарядки, у разі коливання стрілок приладів, що свідчить про неполадки в колах живлення з напругою 24 В при встановленні на машину некаліброваних запобіжників тощо. Робоча й запасна системи механічного гальма забезпечують сталу експлуатацію тільки при справному пневмо-гідро-устаткуванні.

Робоча і запасна системи механічного гальма забезпечують сталу експлуатацію тільки в разі справного пневмо(гідро)устаткування. Після наповнення пневмосистеми стисненим повітрям водій має переконатися в її герметичності: за 15 хв тиск мусить зменшитися не більше, ніж на $0,5 \text{ кг/см}^3$ (0,5 МПа) [22]. Якщо механічне гальмування уповільнене, якщо занадто часто включається компресор, якщо тиск повітря падає тощо, експлуатація тролейбуса має бути припинена.

У разі зняття ручного гальма до упору й установки ходової педалі на маневрову позицію, якщо гальмівні накладки справні тролейбус не повинен рухатися. Не допускається рух з пасажирями у разі заїдання важеля стоянкового гальма, несправності храповика (зубчастого сектора й защіпки) та інших несправностях.

Перевірка гальмівних систем має виконуватися на спеціально виділених для цієї мети ділянках нульового рейсу з ухилом не більше 4 %. Має бути не менше двох перевірок.

Перевірку службового гальмування виконують зі швидкістю 40 км/год. Цієї швидкості досягають, коли повністю натиснута ходова педаль на відстані 30 м (відстань між опорами контактної мережі). Виконуючи службове гальмування, водій мусить переконатися в чіткості спрацювання апаратів електродинамічного гальма, у плавності переходу з електромеханічного на механічне гальмування.

Перевірку екстреного гальмування виконують зі швидкості 40 км/год. Розігнавши машину до цієї швидкості, водій має натиснути гальмівну педаль до упору. Гальмівний шлях на сухому й чистому покритті має бути

не більше 21 м. Якщо за умовами дорожнього руху виконати екстрене гальмування зі швидкістю 40 км/год небезпечно (для інших учасників руху), перевірку виконують зі швидкістю 20 км/год, яка відповідає шляху розгону 15 м (половина відстані між опорами контактної мережі). Гальмівний шлях при цьому мусить бути не більше 5 м.

Крім того, уявлення про роботу гальмівних систем водій одержує в процесі проходження нульовим рейсом під час зупинок на світлофорах, гальмування перед поворотами, спецчастинами контактної мережі. У разі найменших ознак несправності гальмівних систем водій має припинити рух, повідомити диспетчеру і виконати його вказівки.

Експлуатація трамвайного вагона забороняється, якщо не діє (або недостатньо ефективний) хоча б один із видів гальм. Забороняється рух з пасажирями, якщо на одній колісній парі відімкнене механічне гальмо.

Перед входом у трамвай водій повинен оглянути магнітнорейкові гальма. Гальмівні башмаки мають розташовуватися паралельно до рейок, а зазор між башмаками повинен становити 10...12 мм. Не допускається пошкодження підвісних пружин, послаблення кріплення башмаків до кронштейнів, пошкодження ізоляції проводів.

Усі види гальм діють тільки за наявності напруги 24 В, тому під час гальмування ні в якому разі не можна відмикати вимикач керування, вимикач (автомат) мотор-генератора або статичного перетворювача, а також опускати пантограф. Потрібно пам'ятати, що несправності в колах заряду батарей – низька напруга, надмірний струм заряду, коливання стрілок приладів, що вказує на нестабільність живлення кіл напругою 24В, наявність некаліброваних запобіжників – це потенційна небезпека відмови електродинамічного і магнітнорейкового гальм. Експлуатація вагонів з такими несправностями заборонена.

Перебуваючи в кабіні вагонів *T-3*, *T-3М*, водій має підняти пантограф, увімкнути реверсер положення «уперед», натиснути педаль безпеки, увімкнути вимикач керування, зняти гальмівну педаль з фіксатора. Короткочасно, так,

щоб не вимикався лінійний контактор, натиснути й відпустити ходову педаль. При цьому мають увімкнутися соленоїди, а лампочки сигналізації – згаснути. Вимкнути вимикач керування, поставити гальмівну педаль на фіксатор, притягнути пантограф і вийняти запобіжник колодкових (дискових) гальм.

Далі водій мусить знову підняти пантограф, увімкнути вимикач керування зняти гальмівну педаль з фіксатора й установити ходову педаль на другу позицію. Амперметр кола тягових двигунів має показувати 290...300 А, і вагон мусить залишатися на місці. Якщо вагон починає рухатися, механічне гальмо несправне, а виїзд із депо забороняється.

Після перевірки механічного гальма водій має поставити гальмівну педаль на фіксатор, вимкнути вимикач керування, відтягнути пантограф і поставити запобіжник на місце.

Перебуваючи в кабіні вагона *КТМ-5МЗ*, водій мусить підняти пантограф, натиснути педаль безпеки, увімкнути вимикач керування. Встановивши рукоятку контролера керування на позицію «М», за згасанням ламп сигналізації переконатися в розгальмовуванні вагона.

Водій має перевести рукоятку контролера на позицію «Т4» (лампи сигналізації соленоїдів мають загорітись), після чого скинути рукоятку на «0». Сигнальні лампи соленоїдів мають горіти, а реостатний контролер має повертатися у вихідне положення, про що свідчить сигнальна лампа серводвигуна.

Під час установки рукоятку контролера на «0» водій має перевірити спрацювання механічних гальм разом із магніторейковими під час відпускання педалі безпеки. При цьому мають загорітись сигнальні лампи соленоїдів і спрацювати звуковий сигнал.

Гальмівні системи під час виїзду з депо трамвая перевіряють декілька разів. Перевіряють роботу *механічних гальм*: на вибігу при швидкості 15...20 км/год. Для цього водій відмикає вимикач керування, таким чином забезпечується повна зупинка механічними гальмами.

Для перевірки дії електродинамічного і механічного гальм: водію необхідно на швидкості 40 або 20 км/год здійснювати службове гальмування, спостерігаючи за показами амперметра в колі двигунів і фіксуючи гальмівний шлях (за відстанню між опорами контактної мережі). У разі швидкості початку гальмування 40 км/год гальмівний шлях повинний бути не більше 45 м, а 20 км/год – не більше 12 м.

Для перевірки дії електродинамічного, механічного і магніторейкового гальм: при швидкості 20 км/год водій має здійснювати екстрене гальмування, фіксуючи гальмівний шлях (при сухих чистих рейках він не має перевищувати 5,5 м).

7.2 Технічне обслуговування гальмівного обладнання тролейбусів

Технічне обслуговування та ремонт гальмівного обладнання здійснюють залежно від часу перебування рухомого складу в експлуатації, обсягу виконуваних робіт, потреби в ремонті або профілактичних ремонтів. Система технічного обслуговування та ремонту визначає види, терміни, зміст та почерговість робіт. Обслуговування та ремонт рухомого складу базується на планово-попереджувальній системі.

Під час щоденного технічного обслуговування (далі – ЩО) гальмівного обладнання тролейбусів оглядають приводи робочого та стоянкового гальм, перевіряють стан тяг, наявність шплінтів та гайок, затягування контргайок, роботу компресора, тиск у пневмосистемі. Тиск у пневматичній системі тролейбуса, який не відповідає технічній документації означає необхідність регулювання регулятора тиску. Якщо тиск у гальмівних камерах нижче 0,50 МПа (в разі повного натискання гальмівної педалі) необхідно відрегулювати її хід. При вивішеному провідному мості перевіряють роботу гальм за швидкістю загальмування ходових коліс, що обертаються.

Головним видом погіршення технічного стану апаратури напірної та гальмівної систем є засмічення магістралей та камер пневматичного

обладнання продуктами корозії, консистентними сполуками олії та частинками мінерального походження. Причиною корозії є наявність вологи в стиснутому повітрі, не затриманої вологомасловідділювачем.

Утворення вологи в пневматичній системі тролейбуса є неминучим процесом, оскільки внаслідок стиснення та нагрівання повітря, навіть із відносно низькою вологістю, настає його насичений стан. Зниження температури повітря призводить до утворення конденсату. У зимовий період його спричиняє відмова гальм, тому під час застосування усіх видів технічного обслуговування із ресиверів зливають конденсат, що накопичився. У холодну погоду перед цією операцією продувають пневмосистему гарячим повітрям для розморожування льоду в пневматичних приладах.

Під час першого технічного обслуговування (ТО-1), крім робіт в обсязі ЩО, перевіряють стан і кріплення гальмівних циліндрів (камер) і повітропроводів, дію пневматичного приводу, відсутність заїдань, вимірюють зазори між накладками гальмівних колодок та гальмівним барабаном або диском, регулюють вихід штоків гальмівних циліндрів.

Перевіряють дію гальм на передньому та задньому мостах у вивішеному стані. Дію механічних гальм ведучого моста визначають за «зривом зчеплення» (за початком обертання коліс під час увімкнення тягового електродвигуна на перших позиціях контролера керування, коли колеса загальмовані) або за швидкістю зупинки коліс, що обертаються. Про роботу механічних гальм керованих коліс судять за неможливістю повертання їх вручну в загальмованому стані.

Друге технічне обслуговування (ТО-2) є перехідним між технічним обслуговуванням та ремонтом тролейбуса. Спочатку виконують роботи обсягом ТО-1. Потім знімають гальмівні барабани, оглядають їх та перевіряють надійність кріплення. Перевіряють час наповнення системи повітрям та величину його загального витoku.

Під час обслуговування гальмівної системи дискового механізму демонтують супорт, перевіряють стан усіх компонентів, а також видаляють

бруд. У системах для кріплення колодок із часом напрямні зношуються, на поверхні з'являється корозія, а пружини й пластини втрачають свої переваги. При обслуговуванні гальмівного механізму потрібно перевірити товщину накладок. Якщо товщина гальмівних накладок менше 2 мм, гальмівні колодки потрібно замінити. Заміну гальмівних колодок необхідно виконувати тільки комплектом, відразу всіх колодок однієї осі. Застосовують тільки ті гальмівні колодки, які допущені до установлення виробником транспортного засобу, моста або гальмівних механізмів.

Гальмівні фрикційні накладки не повинні мати сколів, тріщин, викрешень. Необхідно оберегти накладки від потрапляння на них оливи, оскільки фрикційні властивості промаслених накладок не можна повністю відновити за допомогою очищення і промивання.

Оцінюють роботу гальмівних кранів, стан гальмівних циліндрів (камер), проводять діагностику гальмівних пристроїв. До діагностичних характеристик належать:

- гальмівний шлях та середнє уповільнення тролейбуса під час гальмування;
- виходи штоків гальмівних циліндрів;
- час спрацьовування гальм;
- величина гальмівних сил та розподіл цих сил по колесах (різниця між гальмівними силами на лівих і правих колесах не має перевищувати 15–20 %);
- зусилля вільного обертання коліс;
- постійність гальмівного моменту за кутом повороту ходових коліс.

Під час технічного обслуговування дискових гальм під час ТО-2 перевіряють:

- роботоздатність пневмоприводу гальмівних систем, заміряючи за допомогою манометра тиск на клапанах контрольних виводів;
- кріплення гальмівного механізму до супорта;
- кріплення гальмівних камер;
- товщину гальмівних колодок.

У разі сезонного технічного обслуговування (СТО):

- перевіряють стан гальмівних дисків і гальмівних колодок;
- замінюють фільтруючий елемент осушувача у разі його забруднення.

Під час експлуатації тролейбуса з АБС можуть виникнути проблеми з давачами кількості обертів і імпульсними кільцями. У імпульсному кільці пошкоджуються зубці, перекошуються кільця і збільшується бічне биття (більше, ніж 0,2 мм), імпульсне кільце сходить з посадочної поверхні.

Пошкодження давача кількості обертів відбувається в торцевій частині, може обірватися провід котушки або кабель давача; збільшується зазор між давачем і кільцем внаслідок вібрацій. У всіх цих випадках, окрім останнього, замінюють давач і пружинну втулку на нові, а в останньому випадку – лише пружинну втулку.

Під час експлуатації АБС можуть виникнути проблеми з клапанами управління тиску, корозійне або інше пошкодження котушок пошкодження мембран клапана, попадання бруду або мастила в порожнину контакту мембран.

7.3 Технічне обслуговування гальмівного обладнання трамваїв

Під час ЩО перевіряють справність гальмівного обладнання, усувають дрібні несправності за заявками водіїв. Під час контрольно-профілактичного огляду (далі – КПО) перевіряють стан та надійність кріплення гальмівного обладнання, контролюють зазор між гальмівними накладками і барабаном у барабанного гальма та положення башмака щодо рейки рейкового гальма. Перевіряють роботу всіх видів гальм трамвая та зношування гальмівних накладок.

Для виконання технічного обслуговування вагонів з дисковими гальмами перевіряють:

- кріплення деталей гальма, зокрема накладок дискових гальм (візуально);

– у доступній для оглядача зоні, поверхні тертя вінців усіх гальмівних дисків вагона. До допустимих дефектів вінців гальмівних дисків належать сітка дрібних термічних тріщин, концентричні проточки, хвилеподібне зношування, задирки, плямистість;

– товщину накладок дискових гальм. Товщину накладки потрібно перевіряти у верхній і нижній частинах накладки в утримувачі накладки. Допускається різниця товщини між верхньою і нижньою частинами в утримувачі накладки не більше 3 мм;

– сумарний зазор між обома накладками і диском на кожному диску, який повинен бути не більше 6 мм.

За необхідності зміни накладки на диску через зношеність необхідно замінити всі накладки на цьому диску. Під час ремонту механічної частини гальмівного обладнання вагонів із дисковим гальмом виявляють:

– тріщини радіальні або похилі, виявлені вихрострумовим дефектоскопом і підтвержені магнітопорошковим методом, але не виявлені візуально, довжиною більше 10 мм;

– забоїни, що мають форму тріщин більше 20 мм і забоїни, які мають гострі крайки, що переходять у тріщину, яку реєструє вихрострумовий дефектоскоп.

Зношеність гальмівного башмака електромагнітного рейкового гальма перевіряють за ризиком.

Під час планових видів ремонту головне гальмівне обладнання трамвая демонтують і направляють у спеціалізовані цехи або майстерні. Під час ревізій та оглядів знімають ті деталі, обсяг ремонту яких можна виконати в депо.

7.4 Стендовий контроль ефективності гальмівних систем тролейбуса

Існує два основні методи контролю ефективності гальмівних систем тролейбусів [18, 22] дорожні випробування і стендові випробування.

Дорожні випробування проводять на прямій горизонтальній ділянці дороги з високим коефіцієнтом зчеплення. У процесі гальмування водій не має

змінювати траєкторію руху тролейбуса. Показниками ефективності гальм при дорожньому випробуванні є гальмівний шлях, стале уповільнення та час спрацювання гальм.

Головні нормативні показники гальмівних властивостей визначають у режимі випробування в разі повного завантаження транспортного засобу. Під час дорожніх випробувань уповільнення тролейбуса вимірюють за допомогою деселерометра. Принцип роботи деселерометра будується на фіксації шляху переміщення рухомої інерційної маси приладу щодо його корпусу, жорстко з'єданого з конструкцією транспортного засобу. Під час гальмування тролейбуса рухома маса приладу переміщується під дією сили інерції. Переміщення пропорційне уповільненню.

Деселерометр фіксує максимальне уповільнення. Застосовують деселерометри із записом значень уповільнення на спеціальну стрічку. Це дає змогу одночасно з уповільненням визначити і час спрацювання гальм. Використовують деселерометр з сигналізацією. В разі, якщо уповільнення дорівнює або більше заданого, на приладі загорається сигнальна лампочка. Якщо вона не спалахує, технічний стан гальм незадовільний.

Через необхідність визначення показників гальм у разі повного завантаження тролейбуса ускладнюється трудомісткість таких випробувань. Дорожні випробування зазвичай проводять водії тролейбуса перед виїздом на маршрут. Проведення цих випробувань під час технічного обслуговування та ремонту спричиняє значні труднощі у зв'язку з неможливістю маневру тролейбуса поза зв'язком із контактною мережею, а це потребує великого обсягу маневрових робіт.

За результатами дорожніх випробувань неможливо зробити висновок про справність гальм. Під час випробування не можна визначити рівномірність розподілу гальмівних сил на колесах. Розбіжність гальмівних сил коліс однієї осі вище норми під час випробувань не обов'язково призводить до виведення за межі допустимих значень гальмівного шляху і уповільнення внаслідок значної сумарної гальмівної сили і хорошого зчеплення.

Під час експлуатації на дорогах із гіршою якістю зчеплення під час гальмування тролейбуса може відбутися втрата поперечної стійкості (занесення) і збільшення гальмівного шляху.

Стендові випробування здійснюються на спеціальних стендах, на яких гальмування проводиться подібно до гальмування на дорозі. Поверхню дороги, яка під час контакту з колесами забезпечує гальмування, замінюють роликами або рухомою платформою. Стендові випробування гальм тролейбуса проводять двома методами [18] – інерційним або силовим.

Під час інерційного методу параметри гальмівної системи вимірюють за час поглинання гальмами кінетичної енергії обертових частин стенда або рухомого тролейбуса. Обертові маси стенда розкручують спеціальним електродвигуном або двигуном тролейбуса.

У разі використання силового методу з боку стенду до загальмованого колеса прикладається сила, різновид зміни якої визначає стан гальм. Ця сила створюється на стендах із частковим прокручуванням коліс електромеханічними, пневматичними або гідравлічними пристроями, а на стендах з постійною частотою обертання – шляхом загальмування колеса тролейбуса електродвигуном через редуктор.

Стендовий метод дає змогу проводити випробування гальм безпосередньо в приміщенні, потребує менших витрат часу й енергії, що забезпечує велику точність, відтворюваність та об'єктивність результатів. Крім того, метод дозволяє оцінити технічний стан гальмівного механізму кожного колеса, отримати параметри таких випробувань.

Для випробування гальмівних систем тролейбусів поширення набули такі стенди, як роликові інерційні, роликові силові, майданчикові інерційні, майданчикові силові [18].

Застосування стендів дозволяє забезпечити вимір гальмівних показників з високою точністю та реєстрацією, імітувати різні дорожні умови, а також безпеку випробувань, малі витрати часу на діагностику.

7.5 Дії водія в разі відмови систем гальмування при русі по перегонах

Відмови в системах гальмування тролейбусу [6, 9, 22]:

1) раптове зникнення або неспрацьовування електродинамічного гальма: водію необхідно зупинити тролейбус механічним гальмом якомога ближче до правого бордюра, загальмувати тролейбус стоянковим гальмом;

2) неспрацьовування механічного гальма: водію необхідно знизити швидкість електродинамічним гальмом і зупинити тролейбус ручним (стоянковим) гальмом;

3) неспрацьовування електродинамічного і механічного гальма: водію необхідно зупинити тролейбус ручним гальмом, притираючись колесами до бордюра;

4) раптове зникнення електродинамічного гальмування і відмова стоянкового гальма: водію потрібно зупинити тролейбус механічним гальмом якомога ближче до правого бордюру. За можливістю, впертися в бордюрний камінь колесом. Утримуючи тролейбус механічним гальмом, проінструктувати одного з пасажирів про порядок установки противідкачувального башмака під колесо з боку можливого відкочування, переконатися у фіксації машини;

5) раптове зникнення або неспрацьовування електродинамічного гальма, неспрацьовування механічного і стоянкового гальма: необхідно правими колесами притиратися до бордюрного каменя, спробувати зупинитися за рахунок тертя коліс об бордюрний камінь. Якщо немає можливості зупинити машину таким способом, необхідно скинути педаль контролера, перевести рукоятку реверсора в положення «Назад» і потім увімкнути ходову педаль на маневрову позицію до повної зупинки тролейбуса. Подавати звукові сигнали до моменту зупинки. За допомогою проінструктованої особи підкласти противідкачувальний башмак під колесо з боку можливого відкочування.

У разі відмови в системах трамвая:

1) зникнення електродинамічного гальмування: застосувати екстрене гальмування;

2) відсутність або неефективна дія механічного гальма під час руху на підйомі: зупинити вагон рейковим гальмом;

3) відсутність або неефективна дія механічного гальма під час руху на ухилі: зупинити вагон рейковим гальмом;

4) раптове зникнення електродинамічного і рейкового гальм під час руху під ухил:

– для вагонів КТМ-5МЗ, Т-3М: встановити контролер керування в нульове положення і перевести реверсор в положення «Назад». Перевести контролер керування на маневрову позицію, подаючи дзвінок і рухатися у такий спосіб до найближчої горизонтальної ділянки, де після зупинки вагона відключити контролер керування, висадити пасажирів;

– для вагонів Т-3: не відпускаючи педалі безпеки, зняти гальмівну педаль із защипки. Рухатися з малою швидкістю, подаючи дзвінки, до найближчої горизонтальної ділянки.

7.6 Переваги діагностування стану гальмівних систем під час роботи рухомого складу на лінії

Протягом останнього часу широко використовуються методи об'єктивного контролю за технічним станом рухомого складу. Дані, що характеризують стан вузлів, одержують, використовуючи як вмонтовані, так і стаціонарні діагностичні пристрої.

Переваги діагностування стану механічних гальм під час роботи рухомого складу на лінії такі:

– своєчасне виявлення та усунення несправностей рухомого складу зменшує кількість дорожньо-транспортних пригод;

– отримання інформації про технічний стан гальм сприяє вдосконаленню системи планово-попереджувальних ремонтів;

– накопичення інформації про відмови гальмівних систем і співставлення з різними експлуатаційними характеристиками є підставою для подальших досліджень, пов'язаних з удосконаленням систем гальмування;

– забезпечення контролю щодо дотримання раціональних режимів водіння на маршрутах.

Технічне обслуговування і ремонт гальмівних систем РС здійснюють за системою планово-попереджувальних ремонтів та чинних нормативних документів. Однак такий підхід підвищення працездатності рухомого складу не завжди доцільний і економічний, оскільки робота рухомого складу пов'язана з експлуатацією в різних умовах руху.

Удосконалення підходів щодо технічного обслуговування та ремонтів за допомогою автоматизованого збору, систематизації, обробки та аналізу інформації про технічний стан РС уможлиблюється тільки в разі використання бортових засобів технічного діагностування і обчислювальних пристроїв. Такий підхід гарантує виконання ремонту конкретного РС відповідно до його технічного стану в певний момент часу без урахування його пробігу.

Крім цього, завдяки отриманій онлайн-інформації про відмови, яка надходить до бази даних, в автоматизованій системі керування можуть бути досліджені причини виникнення відмов. Така інформація в разі співставлення її з умовами руху маршруту, з часом експлуатації рухомого складу, кількістю гальмувань на тих або інших ділянках маршрутів дає змогу отримати відповідні закономірності, які, зі свого боку, є підставою для проведення досліджень, пов'язаних зі зменшенням відмов і вдосконаленням систем гальмування.

Запобігання відмовам рухомого складу в системі технічного обслуговування і ремонту найбільш результативно досягається тоді, коли вдається виявити втрату працездатності устаткування на найбільш ранніх її етапах. Своєчасне виявлення й усунення несправностей рухомого складу в експлуатації на маршрутах попереджає виникнення необоротних відмов, які можуть призвести до дорожньо-транспортних пригод і важких аварій. Отже,

збирання інформації про працездатність гальмівних систем створює умови для зниження рівня аварійності на маршрутах.

Автоматизоване вимірювання кількості спрацювань гальмівної системи забезпечує оцінку дотримання водіями раціональних режимів водіння на маршрутах, які зі свого боку спрямовані на економією електроенергії під час експлуатації.

Запитання для самоконтролю

1. Чому забороняється експлуатувати тролейбусні машини і трамвайні вагони із зниженою напругою акумулятора?
2. Як перевіряють роботу пневмосистеми тролейбусу?
3. Перелічить дії водія під час перевірки гальмівної системи від моменту, коли він приймає рухому одиницю в депо до початку роботи на маршруті.
4. Якими способами оцінюють роботу гальмівних систем у депо і перед початком роботи на маршруті?
5. Проаналізуйте дії водія в разі відмови гальмівної системи тролейбуса (трамвая).
6. Поясніть, як визначаються несправності механічних гальм, що є причинами несправності, та які засоби їхнього діагностування та усунення.
7. Як проводиться технічне обслуговування гальмівних систем трамвая і тролейбуса?
8. Обґрунтуйте необхідність використання стоянкового гальма під час зупинки.
9. У чому полягає перевага діагностування гальмівних систем під час роботи рухомого складу на лінії?
10. В чому полягає перевага стендових випробувань гальмівних систем щодо дорожніх випробувань ?
11. Як забезпечується технічне обслуговування АБС тролейбуса?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Положення про службу безпеки дорожнього руху міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, підприємств, їх об'єднань, установ і організацій [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 5 квітня 1994 р. № 227 (зі змінами від 12.09.2018). – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/227-94-п#Text>, вільний (дата звернення 17.06.2021). – Назва з екрана.
2. Про транспорт : Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВС // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 51. – Ст. 446.
3. Про міський електричний транспорт : Закон України від 29.06.2004 № 1914-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 51. – Ст. 548.
4. Галузеві комунальні норми України ГКН 02.05.009-01. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Організація оперативного контролю за безпекою руху. – Чинний від 2002–02–08. – Київ : Держбуд України, 2001. – 20 с.
5. Правила ведення обліку дорожньо-транспортних пригод [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 22 травня 2019 р. № 424. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/424-2019-п#Text>, вільний (дата звернення 17.06.2021). – Назва з екрана.
6. Правила експлуатації трамвая та тролейбуса з інформаційно-довідковими матеріалами / корп. «Укрелектротранс». – Харків : Золоті сторінки. – 226 с.
7. Положення про порядок службового розслідування дорожньо-транспортних пригод на міському електротранспорті [Електронний ресурс]. – Наказ Держжитлокомунгоспу України № 129 від 06.07.2004. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0895-04#Text>, вільний (дата звернення 19.06.2021). – Назва з екрана.

8. Правила дорожнього руху : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 10.10 2001 № 1306, із змінами та доповненнями. – Чинний від 13.05.2020. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 68 с.

9. Безпека руху на міському електротранспорті. Довідник законодавчих та нормативних документів : [у 3 кн.] / [В. В. Вірченко, В. Х. Далека, Е. І. Карпушин, В. А. Менжерес] ; Харків. держ. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХДАМГ, 2002. – кн. 1 : Управління безпекою руху – 225 с..

10. Інструкція з формування та ведення інформаційної підсистеми «Дорожньо-транспортна пригода» інформаційно-телекомунікаційної системи «Інформаційний портал Національної поліції України» [Електронний ресурс]. – Наказ Міністерство внутрішніх справ України від 15 липня 2020 р. № 533. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0726-20#Text>, вільний (дата звернення 20.01.2021). – Назва з екрана.

11. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» / Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, 1986. – 216 с.

12. Сумець О. М. Що потрібно знати водієві : навч. посібник / О. М. Сумець, В. Ф. Голодний. – Київ : Хай–Тек Прес, 2007. – 168 с.

13. Лисичкин Э. А. Тормозные системы электроподвижного состава : учебно-методическое пособие для студентов специальности «Городской электрический транспорт» / Э. А. Лисичкин, П. К. Рудов. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 112 с.

14. Будниченко В. Б. Концепція гальмівного керування трамвайного вагона / В. Б. Будниченко // Ремонт і експлуатація транспортних засобів: зб. наук. праць. – Київ. – С. 130–133.

15. Максимов А. Н. Городской электротранспорт: Тролейбус : учебник для нач. проф. обр. / А. Н. Максимов. – М. : Академія, 2004. – 256 с.

16. Пушков П. М. Основи електричної тяги : навч. посібник / П. М. Пушков, В. П. Андрейченко. – Харків : ХНАМГ, 2006. – 150 с.

17. Рухомий склад міського електричного транспорту. Механічна частина : навч. посібник / В. Х. Далека, М. В. Хворост, В. І. Скуріхін, Д. І. Скуріхін. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 388 с.

18. Практикум по технической эксплуатации городского электрического транспорта : учеб. пособие / В. Ф. Далека, В. Б. Будниченко, В. И. Коваленко и др. – 2-е издание, испр. и перераб. – Харьков : ХНАГХ, 2007. – 222 с.

19. Грабко В. В. Методи і засоби автоматизованого контролю параметрів електромеханічної системи гальмування трамвая : монографія / В. В. Грабко, Ю. В. Шевчук. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 128 с.

20. ДСТУ 204.04.05.002:2004. Системи гальмівні трамвайних вагонів та тролейбусів. Експлуатаційні вимоги до ефективності гальмування та методи контролю. – Чинний від 2004-06-21. – Київ : Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства, 2004. – 24 с. (Стандарт Держжитлокомунгоспу України).

21. ДСТУ 4876:2019. Вагони трамвайні пасажирські. Загальні технічні вимоги [Електронний ресурс]. – Чинний від 2020-01-01. – Наказ про прийняття та скасування національних стандартів № 62 від 18.03.2019. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82364, вільний (дата звернення 20.01.2022). – Назва з екрана. (Національний стандарт України).

22. ДСТУ 4224:2003. Трамвайні вагони. Системи гальмівні. Загальні технічні вимоги. – Чинний від 2003-09-15. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 16 с. (Національний стандарт України).

Навчальне видання

КУЛЬБАШНА Надія Іванівна

БЕЗПЕКА РУХУ ТА ГАЛЬМІВНІ СИСТЕМИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання
зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітня програма «Електромеханіка»)*

Відповідальний за випуск *Н. П. Лукашова*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *Н. І. Кульбашина*

План 2021, поз.92Л

Підп. до друку 07.02.2022. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 6,9

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.