Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту

№ 2

червень
2009

Науковий журнал

Засновник:
Донецький інститут
автомобільного транспорту

Видавець:
ПП «Рекламно-виробнича фірма
«Молнія»
Адреса: вул. Октября, 22 а,
м. Донецьк, 83030
тел.: (062) 388-21-67

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей

До журналу увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів Донецького інституту автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

Матеріали номеру друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік
Видається з січня 2004 року

Адреса редакції:
83086, м. Донецьк,
пр. Дзержинського, 7
Тел. (062) 345-29-49
E-mail: rektor@diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецького інституту автомобільного транспорту.
Протокол № 10 від 19.06.2009 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор
Енглезі І.П., *ректор ДІАТ, к.т.н.*

Члени редколегії:
Бєлов Ю.В., *к.т.н., доцент*
Бєлоусов В.В., *д.т.н., професор*
Вербицький В.Г., *д.ф.-м.н., професор*
Вовк Л.П., *д.т.н., професор*
Головченко І.П., *к.т.н., доцент*
Горожанкін С.А., *д.т.н., професор*
Доля В.К., *д.т.н., професор*
Жирнов А.А., *к.т.н., доцент*
Заренбін В.Г., *д.т.н., професор*
Казанцев Є.І., *д.т.н., професор*
Лук'янченко Н.Д., *д.е.н., професор*
Макаров В.А., *к.т.н., доцент*
Макогон Б.П., *к.ф.-м.н., доцент*
Міщенко М.І., *д.т.н., професор*
Муромець Н.Є., *к.е.н., доцент*
Поліщук В.П., *д.т.н., професор*
Сахно В.П., *д.т.н., професор*
Сунцов М. В., *д.х.н., професор*
Тернов С.О., *к.т.н., с.н.с.*
Ткаченко В.П., *д.т.н., професор*

Відповідальний секретар
Кравчук І.М.

Коректор
Задунайська О.В.

Технічний редактор
Пахно О.Є.

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОГО ІНСТИТУТУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ
Науковий журнал

Засновник:
Донецький інститут автомобільного транспорту

Видавець:
ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»
Адреса:
вул. Октября, 22 а,
м. Донецьк, 83030
тел.: (062) 388-21-67

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей.

У журнал увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів Донецького інституту автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

Матеріали номеру друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік
Видається з січня 2004 року

Адреса редакції:
83086, м. Донецьк,
пр. Дзержинського, 7
Тел. (062) 345-29-49
E-mail: rektor@diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецького інституту автомобільного транспорту
Протокол № 10 від 19.06.2009 р.
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 7148 від 01.04.2003 р.,
видане Держкомітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України

Журнал включено до **Переліку № 16 наукових фахових видань України**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Бюл. ВАК України, № 9, 2005)

Підписано до друку 19.06.2009 Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 4,3 Наклад 100 прим.

Віддруковано у друкарні ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»
Адреса:
вул. Октября, 22 а,
м. Донецьк, 83030
тел.: (062) 388-21-67

© **Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту, 2009**

Зміст

Транспортні технології

Базова І.В., Герасименко В.Г., Доля А.Г., Грицук І.В. **Вплив експлуатаційного стану дорожнього покриття на роботу шин автомобіля в умовах агресивного середовища** 4

Герасименко В.Г., Москаленко Т.В., Доля А.Г., Грицук И.В. **Исследование влияния состояния дорожного покрытия на плавность хода и колебания автомобиля** 10

Калюжный М.В. **Моделирование продолжительности простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута городского пассажирского транспорта**. 14

Нечаєв Г.І., Короп Г.В., Шикун О.В., Овчаренко А.О, Титаков С.О. **Підвищення точності планування переформовування складу при номінально-достатній кількості колій** 18

Слесорайтите И., Федоров Е.Е. **Методика диагностики зрительного апарата водителя** 26

Чернишев С.А., Петров А.В. **К вопросу о применении многоэтажных механизированных автомобильных стоянок**. 32

Пахно А.Е., Энглези И.П. **К вопросу об осуществлении контроля за дорожной перевозкой опасных грузов** 36

Економіка транспорту

Губачева Л.А., Андреев А.А. **Логистическая система транспортно-энергетического комплекса угольного предприятия** 41

Чернецька Н.Б., Варакута Є.О., Нечай Т.О. **Прогнозування експлуатаційної роботи залізничної станції за прибуваючим вагонопотоком** 45

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Базова І.В., Мастепан А.М. **Закономірності зміни температурного поля в місцях контакту шин з дорожнім покриттям** 51

Вербицкий В.Г., Мисько Е.М. **Влияние перераспределения нагрузок по осям на критическую скорость прямолинейного движения автомобиля** 58

Кузнєцов Р.М., Стельмащук В.В., Мурований І.С., Онищук В.П., Дубицький О.С. **Вплив типу підвіски ланок автопоїзда на його стійкість у процесі гальмування** 67

Сунцов Н.В., Шамота В.П., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н. **К оценке величины коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля** 75

Хара М.В. **Имитационное моделирование процессов ремонтно-технического обслуживания вагонов промышленных предприятий** 79

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Столяров К.А., Столярова Н.О., Лихошерст Р.В. **Оценка уровня выбросов транспортных средств при различных схемах организации зимнего содержания дорог** 86

Автори номеру 91

Правила подання та оформлення статей 92

УДК 625.76.033

БАЗОВА І. В, асистент, Донецький інститут автомобільного транспорту; ГЕРАСИМЕНКО В. Г., к.т.н, доцент, Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (м. Горлівка); ДОЛЯ А. Г., к. т. н., доцент; ГРИЦУК І. В., Донбаська національна академія будівництва і архітектури (м. Макіївка)

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА РОБОТУ ШИН АВТОМОБІЛЯ В УМОВАХ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглянуті питання зносу пневматичних шин автомобіля в залежності від експлуатаційного стану дорожнього покриття та матеріалу, з якого зроблено верхній шар пневматичних шин. Рекомендовані профілі текстури пневматичних шин характеризуються не періодичністю зносу під час експлуатації, а однаковими в усіх напрямках властивостями верхнього шару шин.

Постановка проблеми

Практика експлуатації дорожніх покриттів показує, що максимальна шорсткість верхнього шару дозволяє знизити небезпеку виникнення «мильного ефекту» в зоні проходження бігової доріжки шини, особливо в момент осідання на поверхню покриття туману або зливових вод через те, що пилуваті частки шкідливих викидів затримуються в заглибленнях мікропрофілю дорожнього покриття, що призводить до збільшення умов виникнення дорожньо—транспортних пригод.

Аналіз останніх досліджень

Дослідами встановлено, що коефіцієнт зчеплення та коефіцієнт тертя ковзання приймають найбільші значення при оптимальній щільності виступів шорсткості верхніх шарів дорожнього одягу. Взаємодія колеса з мокрим дорожнім покриттям супроводжується як динамічними, так і в'язкими діями води і визначається середнім радіусом та щільністю виступів шорсткості покриття [1, 2]. В той же час при терті по мокрій поверхні, що змочена водно—кислотною емульсією, особливо з тупими виступами, переважно в одному напрямку, призводить до проскользування колеса та зносу автомобіля в цілому, що небезпечно при підвищенні інтенсивності руху в час «пік» і може привести до дорожньо—транспортних пригод.

Мета роботи

Метою роботи є виявлення зносу поверхні протекторної гуми різної конструкції в залежності від характеру руху, властивостей гуми і виду дорожнього покриття.

Головний розділ

Експлуатація шин призводить до втомного зносу протектора, величина якого невелика в порівнянні з абразивним, при русі по шорсткуватому покриттю автомобільних доріг.

Інтенсивність зносу шин при русі по дорогах із загостреними вершинами нерівностей залежить від виду мінерального матеріалу в покритті та розміру його мінеральних часток (табл. 1).

Таблиця 1

Інтенсивність зносу шин при русі по асфальтобетонному покриттю

Фракції щебеню	1500 км шляху зносу, мм			
	Граніт	Доломіт	Шлаковий щебінь	Гладке покриття
5–10	0,21	0,11	0,15	0,11
10–20	0,24	0,12	0,16	0,10
15–25	0,25	0,14	0,18	0,09
20–40	0,26	0,13	0,20	0,07

Основною характеристикою гуми протектора, що обумовлює опір зносу, є її втомна витривалість, тобто число циклів деформації, що витримують до руйнування в даних умовах верхні шари застосовуваного матеріалу. Ці умови включають складний характер напруги, температуру в зоні тертя, характер шкідливих викидів і багато інших факторів.

Якщо шар зносу виконаний із твердих кам'яних матеріалів (граніт, сієніт, базальт та ін.), краї яких протягом тривалого часу мають загострення, то на поверхні протектора з'являються розриви, подовжні подряпини і порізи. У цих умовах переважає абразивний знос, особливо внаслідок різких гальмувань, прискорення і поворотів. При цьому спостерігається імовірність зносу при скочуванні. Тому при експлуатації гумових шин спостерігаються всі три механізми зносу. Для гуми існують деякі критичні значення зсувових напруг $T_{крит}$.

У поверхневому шарі будуть виникати розриви і тріщини, якщо дійсні зсувні напруги T переходять в Ткрит. Для випадку $T < T_{крит}$ буде переважати втомний механізм зносу, а при $T > T_{крит}$ — знос при скочуванні (на гладких поверхнях) або абразивний знос (на грубих поверхнях з гострими виступами на верхньому шарі зносу). Напруга зсуву може бути виражена так: $T = f p$, отже,

$$T_{крит} = f_{крит} \cdot p$$

Таким чином, при $f < f_{крит}$ знос буде обумовлений поверхневою втомою, а при $f > f_{крит}$ будуть переважати інші види зносу.

Залежність стирання ряду протекторних гум від коефіцієнту тертя показано на рис. 1.

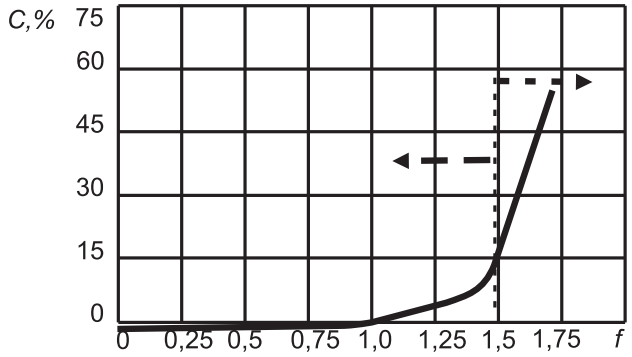


Рис. 1. Залежність стираня, С, різних протекторних гум від коефіцієнту тертя f:
◄ — область втомного зносу, - - - ► — область абразивного зносу при скочуванні

З рис. 1 видно, що fкрит ≈ 1,25… 1,27. Вище цього значення інтенсивність стирання занадто висока, на поверхні гуми з'являється наявний рисунок стирання, що можна спостерігати (рис. 2).



а) *б)*

Рис. 2. Характер стирання на поверхні гладкого протектора при терті:
а) по гладкому асфальтобетону, змоченому водно-кислотною емульсією; б) по поверхні шару нової поверхневої обробки на гранітному щебені

Цей рисунок характерний при стиранні гуми в одному напрямку. Поява стирання призводить до додаткового зносу, що може бути значним у визначених умовах (часто застосовувані зупинки, спуски, перехрестя вулиць і доріг, трамвайні і залізничні переїзди). Це видно при розгляді вертикального перерізу зразка, на поверхні якого можна побачити стирання (рис. 3).



Рис.3. Вертикальний переріз зразка гуми, що має на поверхні «рисунок стирання»

Пилоподібний профіль перетину має напрямок «зубців», протилежний напрямку ковзання. Під час руху зразка «зубці» прогинаються назад і абразив підрізає їх в основі. У той же час частина їхньої поверхні захищена від стирання в задній частині «зубця». Після ряду підрізань гребені відокремлюються від поверхні гуми, залишаючи на ній тупі кути на поверхні. Через відповідний час гребені збільшуються і рисунок відновлюється. Спостерігається великий розбіг в розмірі стертих часток при наявності рисунка і при характерному зносі.

З іншого боку, для випадку f < 1 стирання низьке, поверхня гуми гладка змочена водно-лужною емульсією. На вид інтенсивність зносу протекторної гуми залежить від її твердості. При стиранні на абразивній асфальтобетонній поверхні збільшення твердості гуми призводить до підвищення концентрації напруг на вершинах виступів на верхній поверхні шару зносу. При цьому створюються сприятливі умови для прояву абразивного механізму зносу і мікрорізання, інтенсивність зносу при цьому зростає. З іншого боку, стирання гумової бігової доріжки по шорсткуватому шару покриття з тупими виступами здійснюється в умовах прояву механізму скочування. З підвищенням твердості гумового протектора імовірність утворення скочень зменшується, а при твердості до 70…75 (по Брінелю) переважним видом зносу є втомленість.

При випробуванні пневматичних шин в умовах гальмування, прискорення і бокового відводу в задній частині зони контакту виникає велика область ковзання. Стирання в цій зоні відбувається в умовах сухого тертя. У передній частині зони контакту існує також мікроковзання і невеликий знос. Коли стирання по напрямку збігається з ковзанням, воно іноді розглядається як «позитивне», тому що воно прямо впливає на силу зчеплення бігової доріжки шини з покриттям, що перешкоджає ковзанню. З іншого боку, коли напрямок стирання відрізняється від напрямку ковзання елементів протектора шини, стирання може розглядатися як «негативне», тому що воно не має ніякого впливу на ефект тертя в зоні контакту шини із шаром зносу. При вільному

коченні шини виникають поперечні зсувні напруги в зоні контакту, вони спрямовані назовні від подовжньої осьової лінії площі контакту. Вони обумовлюють бічні сили, які можуть досягати великих значень, рівних за величиною і протилежно спрямованих. Виникнення бічних сил викликають бічний знос «негативного» типу, тому що він не впливає на коефіцієнт тертя кочення, а величина зносу при цьому є значною (рис. 4).

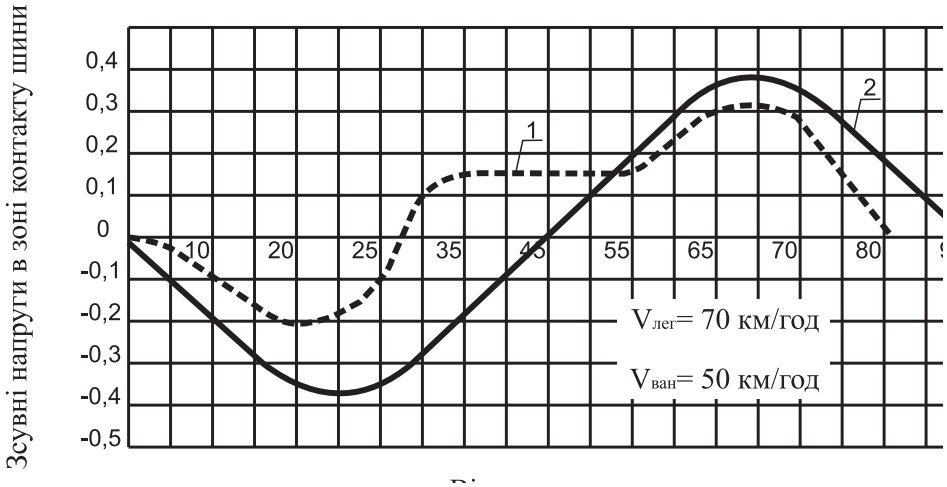


Рис. 4. Зсувові напруги в зоні контакту при вільному коченні шин:
1 — діагональні шини легкових автомобілів; 2 — шина з металевим кордом вантажних автомобілів

З рис. 4 випливає, що поперечні зсувні напрямки для бічних шин діагональної конструкції значно вище, ніж для шин радіальної конструкції. Застосування металевого корду замість текстильного в радіальних шинах дозволяє значно більше знизити бічні сили в умовах даної швидкості кочення і внутрішнього тиску в шинах. Залежності показують, що пробіг радіальних шин і їх загальна працездатність значно вище, ніж діагональних. При зменшенні «шкідливого» зносу і зниженні поверхневого жолобоутворення радіальних шин вони можуть мати той же коефіцієнт тертя кочення при значно меншому загальному зносі. Ступінь гальмування, прискорення і бокового уводу звичайно позначається на ковзанні S, що характеризує кочення шини. Ковзання визначається як відношення (у %), середньої швидкості ковзання елемента рисунку (зносу) протектора V до дорожньої поверхні і швидкості руху автомобіля Vавт:

$$S = (V/V_{авт})\ 100$$

і якщо скоротити часовий фактор з чисельника і знаменника, то:

$$S_1 = (L/L_k)\ 100, \text{ де}$$

L — середній шлях ковзання елемента протектора при вільному коченні,

L_k — загальна довжина контакту вільного кочення.

Якщо профіль дороги має чітку макрошорсткість, то переміщення елементів рисунка протектора шин щодо окремих виступів поверхні дороги викликає нерівномірні пружні деформації при коченні колеса в рівномірному режимі.

Вони залежать від ступеня гостроти або заокругленості виступів текстури шару зносу (рис. 5). У той же час робота пневматичних шин залежить від тиску в них (п. 4), рисунка бігової доріжки (п. 5) і ступеня зношеності її (п. 6). При будь-якому стані бігової доріжки шин їхні зчіпні властивості в основному залежать від зволоженості дорожньої поверхні, впливу

погодних і екологічних факторів (п. 11) і (п. 16). Дослідження показали, що зчіпні властивості покриття багато в чому залежать від зволоження і товщини водно-емульсійної плівки (п. 13) і (п. 12). В умовах мокрих доріг розриви в біговій доріжці забезпечують проникнення виступів через плівку води і встановлення сухого контакту між ними. Поверхня з гострими виступами не буде мати на вершинах виступів плівку мащення, тому що пружний тиск буде перевищувати максимум гідродинамічного тиску, що виникає в області клину на нахилах виступів ковзання. У випадку, якщо поверхня має заокруглену форму, виникає значно менший пік пружного тиску. У випадках допустимих швидкостей ковзання на зволожених дорогах гідродинамічний тиск, що утвориться на схилах виступів, буде перевищувати пік зазначеного тиску, у результаті чого шар водно-емульсійного мащення буде утримуватися на вершинах виступів. Ефективно протидіяти цьому можна тільки постійним доглядом за дорожньою поверхнею для її чіткого позначення.

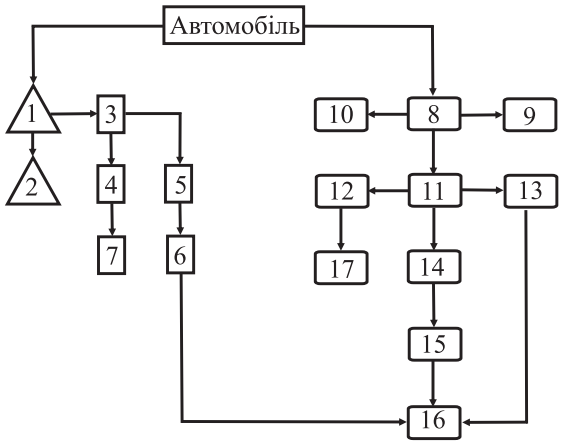


Рис. 5. Схема впливу параметрів мікрошорсткості дорожнього покриття на роботу пневматичних шин під час руху:

1 — рядове ковзання; 2 — розрахункова швидкість; 3 — в'язко-пружні властивості гумових коліс; 4 — тиск у шинах; 5 — рисунок протектора; 6 — ступінь зносу гуми; 7 — розподіл в'язко-пружного тиску; 8 — температура дорожнього покриття; 9 — вид кам'яних матеріалів шару зносу; 10 — ступінь зносу текстури; 11 — вплив на текстуру зовнішніх факторів; 12 — ступінь зволоження; 13 — товщина водяної плівки; 14 — температура повітря; 15 — необхідна мікрошорсткість; 16 — вплив на коефіцієнт зчеплення шкідливих екологічних викидів; 17 — мінімальна товщина

Мікрошорсткість по покриттю розподіляється з перших днів експлуатації шини нерівномірно, процес зміни форми опуклостей на шарі зносу дуже різноманітний, зміни його відбуваються поступово і залежать від безлічі факторів (рис. 6):

а) виду застосовуваного щебеню у верхніх шарах дорожнього покриття і його фракції;

б) регулювання руху автотранспорту в піковому режимі роботи;

в) кліматичних і геокліматичних факторів (суворі зими, волога зима й осінь, круті підйоми і спуски);

г) екологічних умов проходження дороги (поблизу великих промислових підприємств зі шкідливим виробництвом);

д) інтенсивність і склад руху транспорту та ін.

На рис. 6 зображено залежність розподілу мікрошорсткості шару зносу в момент експлуатації. Від якості текстури верхнього шару залежить і ступінь стійкості транспорту, що рухається, у різних кліматичних умовах. Пік тиску на кожному виступі швидко збільшується в залежності від середнього нахилу виступів до критичного значення в точці С и C_1. Максимальний тиск на виступах K_1L_1 і B_1C_1 збільшується на всьому протязі експлуатації дороги і φ_k, завжди менше φ_L, не дивлячись на те, що відкладення сірки й азоту, а також лугу між виступами шорсткуватої поверхні більше в зоні O_1L_1 і $C_1Б_1$.

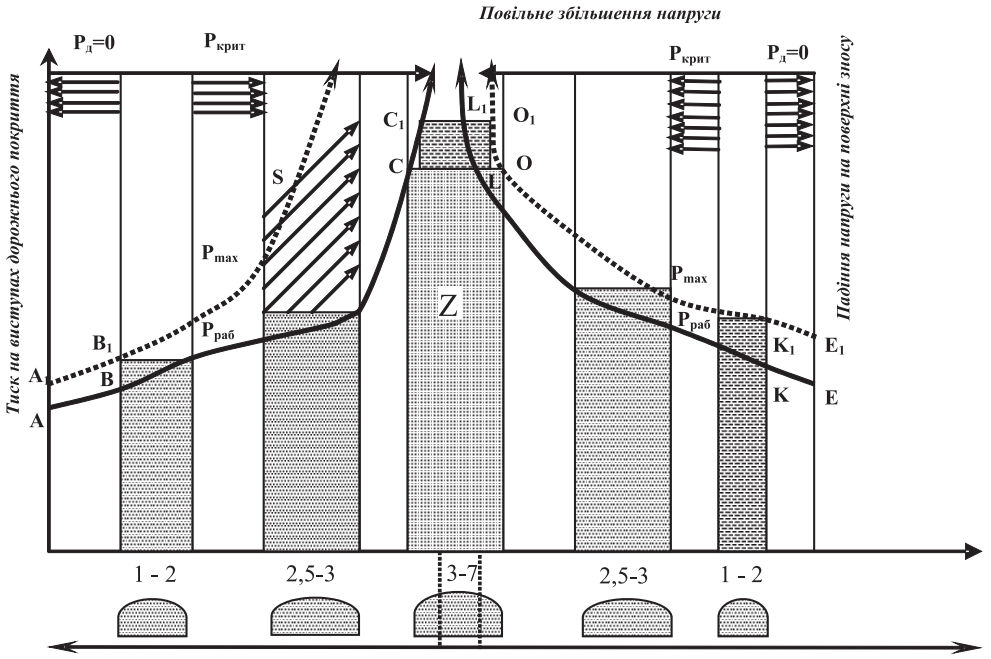


Рис. 6. Розподіл мікрошорсткості шару зносу в момент експлуатації:

$P_{крит}$ — критичний пружний тиск, при якому плівка водно-кислотної емульсії зникає з вершини виступів текстури; $P_{мах}$ — максимальний тиск на виступах мікрошорсткуватої поверхні; $P_{роб}$ — робочий тиск на виступах у момент дослідження; AC і EL — ділянка, на якій постійно створюється еластогідродинамічний тиск; OL і SC — ділянка, на якій створюється тільки пружний тиск; AB і KE — ділянка з нульовим гідродинамічним тиском; Z — зона тах шорсткості покриття

У зоні КЕ і АВ напруга шару зносу має мінімальне значення через малий наїзд колеса в процесі руху і тому можна вважати, що гідродинамічний тиск дорівнює у цій зоні нулю (Prg = 0). Максимальна шорсткість зони Z дозволяє знизити небезпеку виникнення «мильного ефекту» у зоні проходження бігової доріжки, особливо в момент початку осідання на поверхню покриття туману чи зливових вод, через те, що пилуваті частки шкідливих викидів затримуються в більш великих заглибинах мікропрофілю дорожнього покриття. Уміння водіння автомобіля, властивості гуми, поперечний і повздовжній ухили покриття, кліматичні й екологічні умови групуються як окремі фактори, що у сумі визначають вимоги до мікрошорсткості шару зносу за щорічний період експлуатації. Дослідження показали, що якщо середня довжина верхнього шару зносу обумовлена головним чином водовідштовхуючою здатністю покриття, то вибір придатної величини відстані між виступами і западинами — обумовлюється утворенням тонких плівок на їх поверхні і ефективною протидією еласто-гідродинамічному або в'язкоеластогідродинамічному тиску, що виникає під час тертя по мокрій поверхні з тупими виступами, що змочена водно-кислотною емульсією. Кожний шар зносу має характер неупорядкованого профілю і тому вона вимагає спеціальної оцінки, тому зроблені наступні обмеження, які визначаються в такий спосіб:

– у ряді випадків неупорядковані профілі текстури характеризуються не періодичністю, тобто повторюваністю шорсткості від одного локального положення до іншого. Таким чином, хоч довжина профілю досить велика для того, щоб провести статистичну оцінку в межах даного локального поширення, цього недостатньо для всіх локальних профілів, якщо не виконується зазначена вимога;

– профіль поверхні, обумовлений для даного локального положення стосовно деякої середньої лінії, проведеної у визначеному напрямку, повинен бути однаковим в усіх напрямках, що проведені через дану точку;

– розмір, форма виступів і відстань між ними в даному місці не повинні сильно відрізнятися від основних на сусідній ділянці поверхні. Повинен існувати виступ для всієї поверхні;

– бажано, щоб у текстурі поверхні був відсутній переважний напрямок.

З погляду водовбирної здатності поверхонь шини необхідно, щоб відвідні канали її були не занадто довгими і в той же час не занадто глибокими.

Література

1. Павлюк Д.О., Кизима С.С., Андрєєв С.І. Визначення залежності коефіцієнта зчеплення від швидкості. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. — 1988. — Вип. 42 — С. 99–101.

2. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покритий и безопасность движения автомобилей. — М.: Транспорт, 1985. — 231с.

Аннотация. *Рассмотренные вопросы сноса пневматических шин автомобиля в зависимости от эксплуатационного состояния дорожного покрытия и материала, из которого сделан верхний слой пневматических шин. Рекомендуемые профили текстуры пневматических шин характеризуются не периодичностью сноса во время эксплуатации, а одинаковыми во всех направлениях свойствами верхнего слоя шин.*

Abstract. *Considered questions of tearing down of pneumatics of car depending on the operating state of road coverage and material, which the overhead layer of pneumatics is done from. The recommended types of texture of pneumatics are characterized by no periodicity of tearing down during exploitation, and properties of overhead layer of tires identical in all directions.*

Стаття надійшла до редакції 31.03.2009 р.

УДК 625.76

ГЕРАСИМЕНКО В. Г., к. т. н., доцент; МОСКАЛЕНКО Т. В., к. т. н., доцент, Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (г. Горловка); ДОЛЯ А. Г., к.т.н., доцент; ГРИЦУК И. В., к. т. н., доцент, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (г. Макеевка)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПЛАВНОСТЬ ХОДА И КОЛЕБАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Представлены теоретические и экспериментальные исследования величины собственных частот и коэффициентов затухания, определён характер колебаний масс автомобиля; приводится косвенное представление о качестве верхних слоев дорожной одежды и подвески автомобіля. Колебания на передней и задней подвесках происходят независимо и находятся в пределах эксплуатационных частот.

Введение

Одним из основных критериев, обеспечивающих реальные данные о величине колебаний автомобиля на различных типах покрытий, является нахождение скоростей движения с различными неровностями дорожного покрытия в нормальных климатических условиях.

Анализ исследований и публикаций

Интенсивное развитие перевозок средствами автомобильного транспорта по дорогам Украины, которые находятся в ряде случаев в неудовлетворительном состоянии, показывают, что угловые колебания кузова могут усиливаться из — за неблагоприятного сдвига по фазе между

воздействиями неровности на передние и задние колеса и элементов подвесок их, соответственно, в особенности, из — за плохой видимости в вечернее время. [1, 2].

Постановка задачи

Выполненный анализ ранее проведенных исследований по определению характера колебаний масс элементов подвески и самого автомобиля, предоставляет возможность осуществлять мониторинг того, чтобы собственная частота подвешенного элемента подвески автомобиля не совпадала с другими собственными частотами элементов его, чтобы упругий элемент подвески имел нелинейную характеристику, а затухание было достаточным.

Данное исследование вполне возможно проводить в процессе выполнения проектного расчета. Цель проектного расчета — выбрать параметры, которые определяют характеристики упругого и гасящего устройства подвески автомобиля при работе в различных дорожных условиях.

Решение задачи

Проектный расчет при решении данной задачи не требует высокой точности, и поэтому искомые характеристики подвески автомобиля можно принять линейными. Тогда целью расчета ставится определение величин жесткости $2c_p$ и затухания 2k автомобиля, а при наличии сиденья или вторичного подрессоривания — также его жесткости и затухания, т. е. c_c и k_c. После определения всех этих величин можно приступить к расчету характеристик упругого и гасящего устройств.

Проектный расчет можно проводить исходя из условий сохранения в допустимых пределах основных измерителей колебаний автомобиля: ускорения $[\ddot{z}_c]$ пассажира или груза, характеризующего плавность хода автомобиля; перемещения $[z_{от}]$ колеса относительно кузова, определяющего возможность ударов в ограничители хода, а также долговечности упругих элементов подвески; деформации шины $[\zeta_{от}]$, характеризующей опасность отрыва колеса от дороги.

В основу расчета положен случайный характер воздействия колеса с дорогой, поэтому необходимо определить средние квадратические значения выбранных основных измерителей, т. е. $\ddot{z}_c$, $z_{от\,с}$, $\zeta_{от\,с}$. Таким образом, выбор параметров подвески должен обеспечить такие условия, при которых значения выбранных основных измерителей не превышают допустимые значения: $\ddot{z}_c \le [\ddot{z}_c]$; $z_{от\,с} \le [z_{от\,с}]$; $\zeta_{от\,с} \le [\zeta_{от\,с}]$.

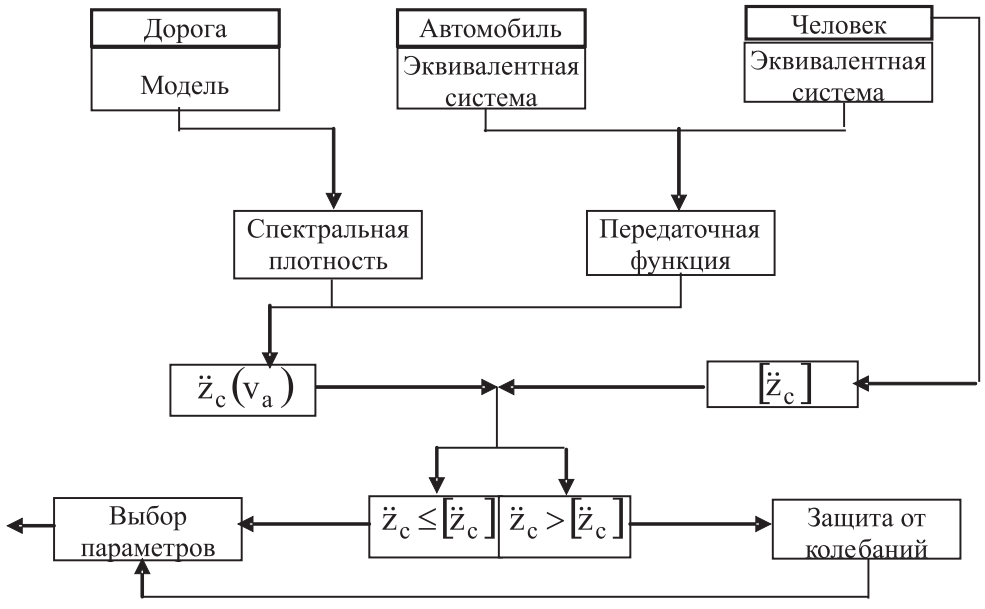


Рис. 1. Расчетная схема плавности хода автомобиля на дорогах различного типа

После того, как коэффициенты жесткости и затуханий подвески, а при необходимости и сидений, подобраны или выбраны на основе экспериментальных исследований, возможно построение упругих характеристик и характеристик затухания [1, 2, 3]. Компоновочные и другие ограничения, накладываемые на параметры подвески, часто заставляют отходить от значений жесткости и затуханий, найденных расчетным путем, а характеристики элементов подвески автомобиля выполнять нелинейными. Поэтому для окончательного принятия решения о параметрах подвески, необходимо проведение проверочного расчета.

Измерителями качества подвески можно считать средние квадратические вертикальные ускорения или следующие вероятности: $P(\ddot{z} > [\ddot{z}])$ — превышения ускорением $\ddot{z}$ пассажира или груза допустимой величины $[\ddot{z}]$; $P(z_{от} > [z_{от}])$ — появления ударов в упоры; $P(\zeta_{от} > [\zeta_{от}])$ — появления отрывов колес [3].

Одна из методик, использующая по сути метод статистических испытаний, состоит в следующем. В виде таблиц задаются микропрофиль дороги, полученный непосредственным обмером, и фактические нелинейные характеристики упругого устройства подвески, амортизаторов, сухого трения, шин. С учетом этих данных проводится численное интегрирование уравнений движения на ЭВМ.

Приближенные значения собственных частот и коэффициентов затухания системы можно определить по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= \sqrt{\frac{2c_p c_ш}{M\left(c_p + c_ш\right)}}, \\ h &= h_0\left(\frac{c_ш}{c_p + c_ш}\right)^2\left[1 - \frac{c_p^2}{c_ш\left(c_p + c_ш\right)}\frac{m}{M}\right] \approx \frac{k}{M}\left(\frac{c_ш}{c_p + c_ш}\right)^2, \\ \Omega_k &= \sqrt{w_k^2 - h_k^2} \approx \sqrt{\frac{2\left(c_p + c_ш\right)}{m}}, \quad h_k = \frac{k}{M}\left(\frac{M}{m} + \frac{c_p}{c_p + c_ш}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Формула для частоты Ω записана исходя из предположения, что низкая собственная частота определяется суммарными статическими приведенными прогибами подвески и шин. Рассчитанные значения, полученные по этим формулам, тем выше, чем больше отличаются жесткости подвески и шин, а также массы подрессорной и неподрессорной частей. Поэтому наибольших погрешностей (свыше 4–6%) следует ожидать при расчетах задних подвесок грузовых автомобилей без груза.

Результат такого расчета во многом зависит от длины дорожного участка, необходимой точности и шага расчета. Дорожный микропрофиль может быть также сформулирован по его статистическим характеристикам (корреляционная функция, спектральная плотность) [2]. Результаты проверочного расчета могут быть представлены в разной форме, в частности, в виде кривых распределения или спектральных плотностей выходных величин.

Сравнительный анализ опытных данных, результатов расчета по вероятностным характеристикам и методам численного интегрирования подтвердил более высокую точность последнего. При расчете целесообразно оптимизировать параметры подвески [1, 3] как в рамках линейных (проектный расчет), так и нелинейных характеристик.

Для обеспечения сохранности перевозимого груза ограничивают его вибронагруженность. При этом считают, что если груз перевозится незакрепленным, то ускорение подрессорной части при колебаниях должно находиться в пределах $\ddot{z}_{\max} \le (0,6-0,8)g$ [1, 3]; для сохранения груза и ограничения его воздействия на автомобиль необходимо надежное закрепление груза,

если $\ddot{z}_{max} \geq g$, то ускорения при подпрыгивании (отрывах) груза могут превосходить ускорения кузова (при испытаниях были зарегистрированы ускорения 5g и более груза, подпрыгивающего в кузове) [2, 3].

Перечисленные выше показатели служат для того, чтобы определить предельную скорость движения транспортного средства по условию сохранности перевозимого груза.

При перевозке пассажиров, особенно по дорогам, которые не соответствуют требованиям ДСТУ 3587–97, к конструкции подвески необходимо предъявлять особые требования (исходя из требований к АТС при перевозке пассажиров). Ускорения сидящего пассажира существенно зависят от положения сиденья по длине и высоте автомобиля. Предварительное исследование показывает, что сиденье целесообразно размещать внутри базы автомобиля, ближе к более мягкой подвеске колес. Расположение сиденья по высоте важно в грузовых автомобилях и автобусах. Желательно, чтобы расстояние от центра тяжести до сиденья было небольшим, так как это уменьшает амплитуды горизонтальных колебаний, которые пассажиры переносят хуже, чем вертикальные. Кроме этого, необходимо, чтобы колебания водителя были максимально приближены к вертикальным, что достигают выбором направляющего устройства подвески сиденья.

Выводы

Из вышесказанного видно, что проектный расчет приведен в большей степени к идеальному дорожному покрытию во все периоды года, поэтому необходимо проведение проверочного расчета, который требует реального подхода к работе всей системы подвески во время движения транспорта, в зависимости от типа и состояния покрытия, а также подвески АТС.

Литература

1. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель / А. А. Хачатуров, В. Л. Афанасьев, В. С. Васильев и др. / Под ред. А. А. Хачатурова. — М.: Машиностроение, 1976. — 535с.

2. Повзнер Я. М. О выборе соотношений параметров передней и задней подвески автомобиля. — Автомобильная промышленность, 1977. — № 1. — С. 20–22.

3. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода. — М.: Машиностроение, 1972. — 392 с.

Анотація. *Представлені теоретичні і експериментальні дослідження величини власних частот і коефіцієнтів загасання, визначений характер коливань мас автомобіля; приводиться непряме уявлення про якість верхніх шарів дорожнього одягу і підвіски автомобіля. Коливання на передній і задній підвісках відбуваються незалежно і знаходяться в межах експлуатаційних частот.*

Abstract. *Theoretical and experimental researches of size of own frequencies and coefficients of fading, determination of character of vibrations of the masses of car, is brought the indirect picture over of quality of overhead layers of road clothes and pendant of car. Vibrations on front and back pendants take place independently and are within the limits of operating frequencies.*

Стаття надійшла до редакції 31.03.2009 р.

УДК 656.13

КАЛЮЖНЫЙ М. В., ст. преподаватель, Донецкий институт автомобильного транспорта

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ МАРШРУТА ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

С целью минимизации затрат времени пассажиров на передвижения за счет рационального планирования длин перегонов маршрутов городского пассажирского транспорта разработана многофакторная регрессионная модель изменения продолжительности простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута.

Введение

Проектирование транспортных систем городского пассажирского транспорта является одной из основных задач, стоящих перед муниципальными службами. При этом предлагаемая маршрутная система должна обеспечить условия, при которых жителям городов было бы выгодно пользоваться общественным транспортом. Одним из показателей, которые оценивают пассажиры при выборе способа передвижения, является величина затрат времени на его выполнение. На величину данных затрат существенным образом влияет длина перегона [1]. Вследствие этого, решение задачи проектирования транспортной системы перевозки пассажиров предполагает определение рациональной длины перегона.

Анализ публикаций

Существующие методики определения рациональной длины перегона не учитывают влияния его величины на время простоя транспортных средств на остановочных пунктах [1]. В действительности длина перегона маршрута городского пассажирского транспорта определяет пассажирообмен остановочных пунктов и, как следствие, влияет на продолжительность простоя. Вследствие этого, для решения задачи определения рациональной длины перегона необходимо описание времени простоя транспортных средств в виде функции от ряда факторов.

При исследовании закономерностей изменения продолжительности простоев транспортных средств на остановочных пунктах исследователями учитывались различные факторы. Так, некоторые исследователи предполагали, что при расчетах можно пренебречь продолжительностью простоя на остановочных пунктах, сделав допущение, что высадка и посадка носит мгновенный характер [2]. Однако, очевидно, что это не соответствует действительности. Кроме того, это подтверждается ранее проведенными исследованиями, приведенными в работе [3], в соответствии с которыми время простоя имеет продолжительность до 15% по отношению к продолжительности рейса. Другие исследователи для определения времени простоя транспортных средств на остановке использовали методы регрессионного и корреляционного анализа с использованием количества входящих пассажиров в качестве независимой переменной [4]. Можно также использовать распределение Эрланга, для описания распределения продолжительности простоя транспортных средств на остановках или определять его как функцию от пассажирообмена остановочного пункта, как в работе [5], с учетом времени входа и выхода одного пассажира, как в работе [6]; или с использованием показательного закона распределения от этого же параметра, как в работе [7], а также нормального закона распределения, как в работе [8].

Другие исследователи выявили, на время простоя влияет количество дверей транспортного средства [9] или типа подвижного состава [10], хотя другие отмечают, что посадка или высад-

ка одного пассажира продолжается от 2 до 5 секунд [9]. В исследованиях авторов, описанных в работе [9], приводятся данные, что время посадки зависит от формы организации оплаты за поездку, наличия и количества багажа у пассажиров. Вывод, что время простоя зависит от наполнения транспортных средств и от времени открытия (закрытия) дверей, в работе [10]. Другие авторы, результаты исследований которых приведены в работе [11], выявили и описали зависимость времени простоя на остановках маршрутов городского пассажирского транспорта от номинальной вместимости транспортных средств, длины перегона, коэффициента использования пассажировместимости, среднего удельного времени на посадку и высадку пассажира и среднего расстояния его поездки. Также исследователи сделали заключение о линейной зависимости между продолжительностью выхода и количеством сошедших пассажиров при обратно пропорциональном влиянии количества дверей. Изменение продолжительности входа пассажиров как функции от их количества носит нелинейный характер. Исследователи объясняют это изменением степени наполнения транспортных средств [12].

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанные ранее модели движения транспортных средств по маршрутам имели различный подход к определению времени их простоя на остановочных пунктах. Однако, ни одна из этих моделей не рассматривала время простоя на всех остановочных пунктах маршрута. Вследствие этого, необходимо дальнейшее исследование зависимости между временем простоя и факторами, определяющими его величину.

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является разработка математической модели изменения продолжительности простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута. Для достижения поставленной цели необходимо проведение обследования параметров простоя транспортных средств на остановочных пунктах и обработка его результатов.

Математическая модель изменения продолжительности простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута

Время простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута является сложной функцией и может зависеть от целого ряда групп факторов:

$$t_{on} = f\left(\Pi, T, T_x\right), \qquad (1)$$

где Π — группа факторов, характеризующая параметры пассажиропотока на маршруте;

T — группа факторов, характеризующая технические характеристики транспортных средств;

T_x — группа технологических факторов, характеризующих перевозочный процесс.

Для достижения поставленной цели необходимо исследовать влияние факторов из выше приведенных групп на время простоя.

Исходные данные, необходимые для разработки модели были получены путем проведения натурного обследования с целью фиксации параметров маршрута, пассажиропотока и транспортного средства. В ходе обследования в салоне транспортного средства находились учетчики, которые регистрировали количество вошедших в транспортное средство и соответственно количество сошедших пассажиров на каждом остановочном пункте. Также при движении фиксировалось время прибытия и отправления транспортного средства с каждого остановочного пункта. Таким образом, после проведения натурного обследования и обработки его результатов, были получены все данные, необходимые для разработки модели изменения продолжительности простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута.

В качестве решения задачи математического описания изменения времени простоя были выбраны методы корреляционного и регрессионного анализа [13]. Была рассмотрена модель

линейного типа. Размер выборки при разработке регрессионной модели определялся в соответствии с рекомендациями, по которым число наблюдений должно быть в 6–7 раз больше числа включаемых в модель факторов [14].

Для вычисления коэффициентов регрессии использовался метод наименьших квадратов [13]. Характеристики параметров модели определялись по известным методам статистики [13]. Для оценки значимости факторов, входящих в модель, использовался критерий Стьюдента [13], а также доверительные интервалы каждого из коэффициентов регрессии. Информационная способность модели определялась критерием Фишера [15]. Теснота связи между зависимой переменной и факторами, влияющими на ее значение, определялась коэффициентом множественной корреляции [13].

Результаты расчетов параметров модели изменения времени простоя транспортного средства на остановочных пунктах маршрута приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Характеристика модели изменения времени простоя транспортного средства на остановочных пунктах маршрута

Факторы	Обозначения, размерность	Границы измерений	Коэффициент	Стандартная ошибка	Критерий Стьюдента	
					Расчетный	Табличный
Коэффициент использования вместимости	γ	0,2–1,3	90,26	39,95	2,92	2,42
Количество остановочных пунктов маршрута	$n_{оп}$, ед	2–35	6,48	1,48	4,38	2,42
Номинальная вместимость автобуса	$q_н$, пасс	12–115	1,89	0,60	3,13	2,42
Коэффициент сменяемости пассажиров	$K_{см}$	1–8	67,55	32,66	2,07	2,42

Таблица 2

Доверительные интервалы коэффициентов модели

Факторы	Нижняя граница	Верхняя граница
Коэффициент использования вместимости	9,52	170,99
Количество заполнения салона автобуса	3,49	9,47
Номинальная вместимость автобуса	0,67	3,10
Коэффициент сменяемости пассажиров	1,55	133,55

Модель имеет следующий вид:

$$t_{оп} = 90,26\gamma + 6,48n_{оп} + 1,89q_н + 67,55K_{см} \qquad (2)$$

Таким образом, из всех исследуемых факторов значимыми оказались только четыре, о чем свидетельствует расчетное значение критерия Стьюдента, которое превышает табличное значение, и отсутствие нуля в доверительном интервале каждого коэффициента модели.

После разработки регрессионной модели проводилась ее статистическая оценка. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты оценки модели изменения времени простоя транспортных средств на остановочных пунктах

Показатели		Значения
Критерий Фишера:	табличный	1,52
	расчетный	191,70
Коэффициент множественной корреляции		0,98
Средняя ошибка аппроксимации, %		11,20

Информационная способность модели определяется критерием Фишера. Расчетное значение намного больше табличного. Это говорит о том, что модель изменения времени простоя транспортных средств на остановочных пунктах описывает результаты эксперимента лучше, чем простейшая, в которой при любом наборе значений переменных, результатом есть константа, равная среднему значению. Критерий Фишера может определять адекватность модели, но только в том случае, если имеют место повторяющиеся опыты. В рассмотренном случае нет повторяемых опытов, поэтому критерием Фишера определялась ее информационная способность.

Теснота связи между зависимой переменной и факторами, которые влияют на ее уровень, определяется коэффициентом множественной корреляции. Значение коэффициента множественной корреляции свидетельствует о достаточно высокой степени тесноты связи между значениями времени простоя транспортных средств на остановочных пунктах и отобранными факторами.

Оценка адекватности разработанной модели производилась по значению средней ошибки аппроксимации, величина которой соответствует допустимым пределам.

В результате проведения расчетов, можно сделать вывод о допустимости использования полученной модели изменения времени простоя транспортных средств на остановочных пунктах при исследовании влияния длины перегона маршрута городского пассажирского транспорта на параметры перевозки пассажиров.

Выводы

Изменение времени простоя автобуса на остановочных пунктах маршрута с достаточной точностью описывается линейным регрессионным уравнением, в котором в качестве переменных выступают параметры маршрута, транспортного средства и пассажиропотока.

Полученную модель изменения времени простоя автобуса на остановочных пунктах маршрута можно использовать при определении длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени передвижения пассажиров.

Список литературы

1. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов.— М.: Высшая шк., 1980.— 535 с.

2. Шульга Ю.Н. Объемные стохастические сети и их приложения к моделированию транспортных процессов/Ю.Н. Шульга.— К.: АН УССР, 1986.— 37 с.— (Препринт/Н УССР; 86–10).

3. Кравченко Е.А. Резервы повышения скоростей движения автобусов на городских и пригородных маршрутах // Пути увеличения скоростей движения городского пассажирского транспорта и сокращение затрат времени на передвижение.— М., 1972.— с. 10–13.

4. William C. Jordan, Mark A. Tuphguist. Zone scheduling of bus routes to improve service reliability // Transportation science.— 1979.— Vol. 13, №3.— P. 242–267.

5. Пассажирские автомобильные перевозки/[Гудков В.А., Миротин Л.Б., Вельможин А.В., Ширяев С.А.].— М.: Горячая линия — Телеком, 2004.— 448 с.

6. Половников В.С., Ольховский С.Ю. Определение среднего времени ожидания пассажира // Вопросы проектирования автоматизированных систем управления транспортом.— Омск: Западно-сибирское книжное издательство. Омское отделение.— 1976.— Вып. 2.— С. 82–89.

7. Аникст М.Т., Артынов А.П., Скалецкий В.В. Моделирование работы городского пассажирского транспорта // Управление и информация.— Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР.— 1974.— Вып. 13.— с. 84–94.

8. Воронков С.А. Метод определения эксплуатационных нормативов движения маршрутных автобусов в крупных городах: Автореф. дисс. канд. техн. наук.— М.: НИИАТ, 1990.— 20 с.

9. Cundil M., Watts P. Buss boarding and alighting times // Transport and road research laboratory report.— 1973, lr 521.

10. Кравченко Е.А. Исследование скоростей движения автобусов на городских и пригородных маршрутах: Дисс… канд. техн. наук.— М., 1974.— 211 с.

11. Эткин Д.М., Резников А.С. О влиянии некоторых конструктивных параметров городских автобусов на время их простоя на остановках // Сборник трудов НАМИ.— 1978.— Вып. 166.— С. 28–32.

12. Васильченко А.И. Моделирование посадки и высадки пассажиров на городском транспорте // Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт).— Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976.— С. 132–142.

13. Галушко В.Г. Вероятностно — статистические методы на автомобильном транспорте.— Киев: Высш. шк., 1976.— 232 с.

14. Френкель А.А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда.— М.: Экономика, 1966.— 96 с.

15. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений.— М.: Наука, 1971.— 576 с.

Анотація. *З метою мінімізації витрат часу пасажирів на пересування за рахунок раціонального планування довжин перегонів маршрутів міського пасажирського транспорту розроблена багатофакторна регресійна модель зміни тривалості простою транспортних засобів на зупиночних пунктах маршруту.*

Abstract. *To minimize the time cost of passengers on moving at the cost of rational planning of driving routes length of the town passenger transport it is designed multifactor regressive model of length changing of the transport time standing on route stops.*

Стаття надійшла до редакції 07.04.2009 р.

УДК 656.22

НЕЧАЄВ Г.І., д. т. н., професор; КОРОП Г.В., асистент; ШИКУН О.В., м.н.с.; ОВЧАРЕНКО А.О., м.н.с.; ТИТАКОВ С.О., м.н.с., Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕФОРМОВУВАННЯ СКЛАДУ ПРИ НОМІНАЛЬНО-ДОСТАТНІЙ КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ

У статті викладена методика планування маневрової роботи по переформовуванню складу, що проводиться методом витягувань і осаджування.

Вступ

Значна частина фінансових коштів, що витрачаються підприємствами залізничного транспорту, йде на оплату користування зовнішньомережевими вагонами, зокрема вагонами «Укрзалізниці» або приватних операторських компаній. Тому питання зниження термінів обороту вагонів по підприємству і зниженню транспортних витрат, на сьогоднішній день залишається актуальним.

Операції по маневровому переформовуванню складу знаходяться в числі наймасовіших на промисловому залізничному транспорті. При цьому для диспетчерського апарату підприємства є актуальним питання визначення часу виконання планованих операцій по розформуванню — формуванню складу. Наявність даних за часом виконання маневрової роботи дозволяє точніше визначати, планувати і коректувати завантаження локомотиву, час прибуття та встановлення вагонів в пункти подальшого призначення, зайнятість горловини парку і колій парків підприємства. В свою чергу, швидкий розрахунок технологічного плану проведення робіт по розформуванню — формуванню складу з почасовою фіксацією всіх напіврейсів і розстановкою вагонів по коліям дозволить прискорити і спростити роботу локомотивно — складацької бригади.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У наш час однією з найактуальніших проблем на залізничному транспорті є планування та визначення часу маневрової роботи. Цю проблему намагалися вирішити такі вчені, як: Акулиничев В.М. [2], Грунтов П.С. [3], Тишкин Е.М. [4,5], Гончаров Н.Е. [6, 7]. Очевидно, що існуючі методики не враховують низку факторів, властивих промисловому залізничному транспорту. Сюди слід віднести:

1. Корисну довжину колії та її вплив на розміщення на коліях формованих груп.
2. У більшості промислових підприємств відсутня стрілочна горловина, обладнана електричною централізацією. Маневри доводиться проводити шляхом перемикання стрілочних переводів (СП) вручну.
3. Особливості колійного розвитку конкретних стрілочних вулиць, на яких здійснюються маневрові роботи.
4. Кількість вагонів у кожній з формованих груп.

Вищенаведені фактори не дозволяють використовувати класичний підхід розрахунків параметрів маневрової роботи при оперативному управлінні. Виходячи з цього, було сформульовано задачу отримання методики планування та виконання маневрової роботи в мінімальні терміни з урахуванням описаних вище факторів.

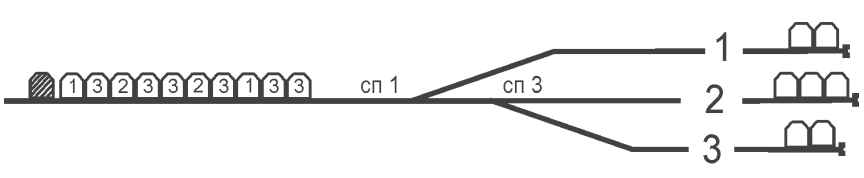
Основний розділ

В умовах достатньої кількості колій всі варіанти виконання маневрової роботи залежно від вихідних даних можна розділити на два типи.

До 1-го типу відноситимемо випадки, коли є можливість за кожною групою вагонів закріпити одну або декілька колій (при необхідності). Такі випадки можна назвати тривіальними, оскільки процес виконання маневрової роботи зводиться до двох етапів:

1) розформування складу шляхом розміщення вагонів кожної групи на відповідних коліях;
2) формування складу з необхідною послідовністю груп.

До 2-го типу відноситимемо випадки, коли неможливо для всіх груп зарезервувати необхідну кількість колій. У таких випадках виникає необхідність виділення однієї або декількох колій, як колій для проміжного формування. Приклад ситуації показаний на рис. 1.



Місткість колії, ваг	
Паспортна	Фактична
7	5
7	4
7	5

Рис. 1. Приклад ситуації 2-го типу для маневрової роботи

У прикладі очевидно, що за групою № 3 потрібно закріпити 2 колії, тому що ні на одну з наявних колій вона повністю не вміщається, а колія, що залишилася, закріплюється за групою № 1; групі № 2 колію виділити не вийде, отже дана ситуація відноситься до 2-го типу.

Для вирішення поставленого завдання була складена об'ємна математична модель. Далі для простоти сприйняття викладатимуться узагальнені блоки цієї моделі.

На основі математичної моделі була складена укрупнена блок-схема, представлена на рис. 2.

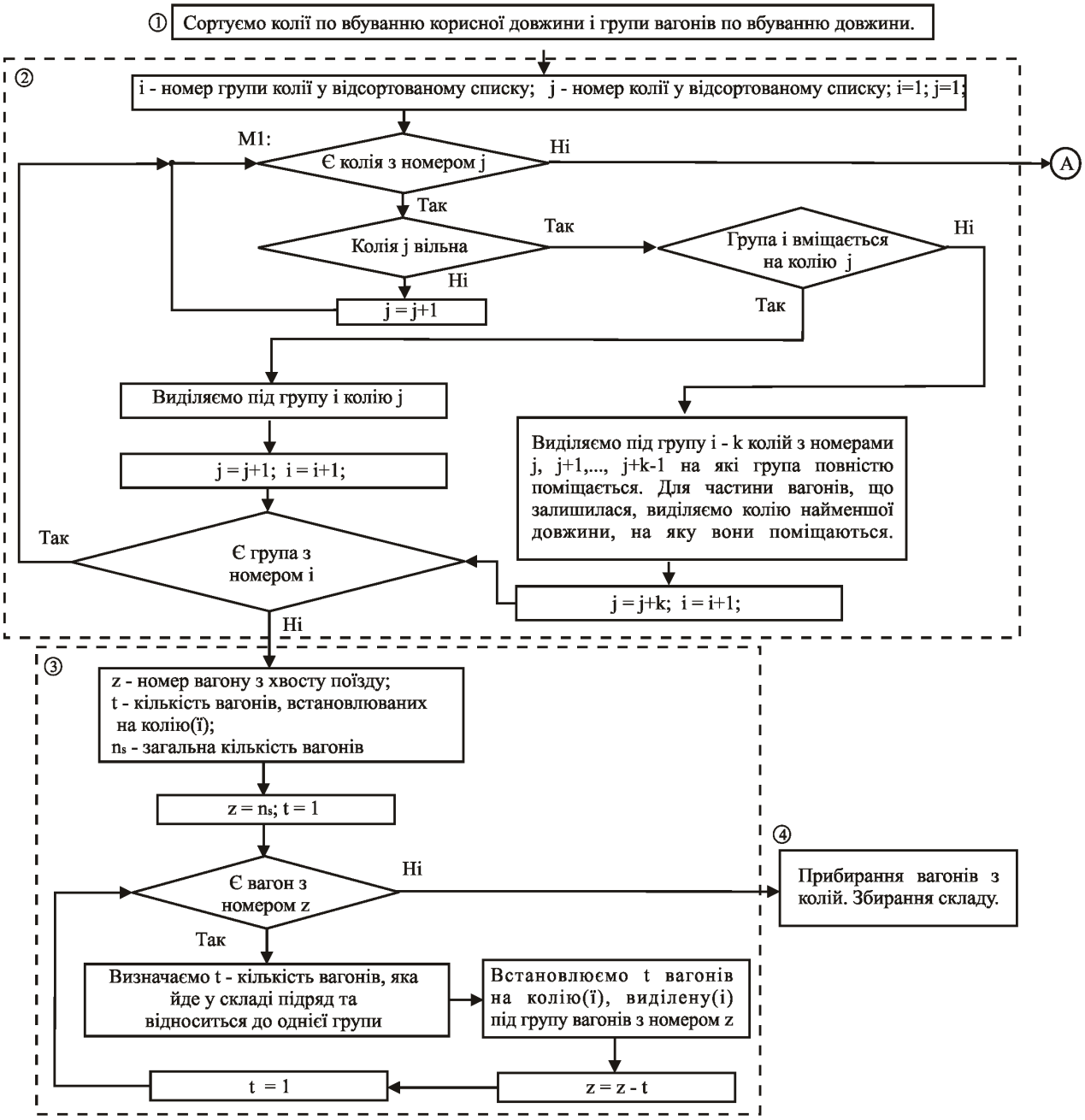
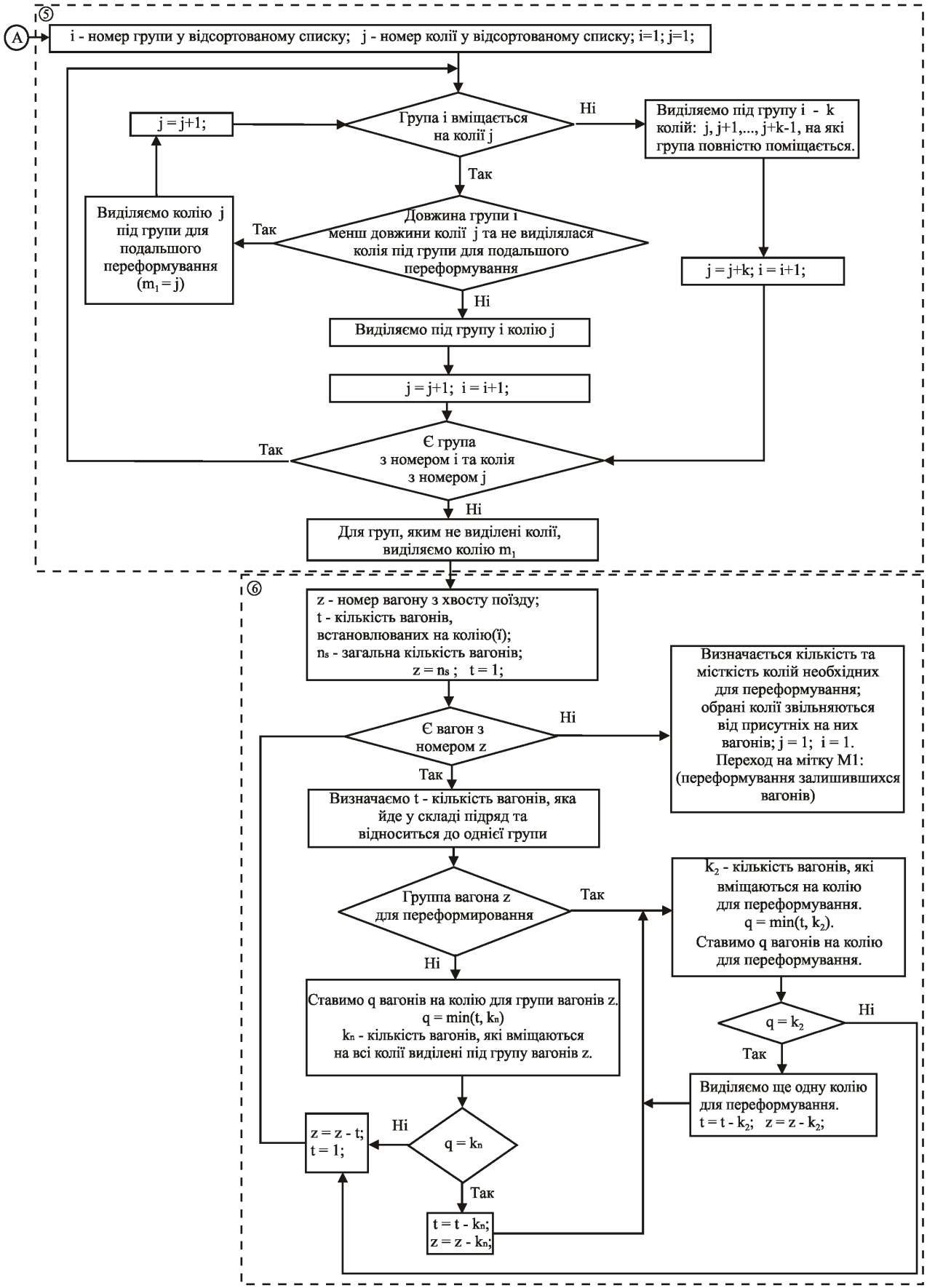


Рис. 2. Блок-схема методики виконання маневрової роботи в умовах достатньої кількості колій



Продовження рис. 2

На даній схемі показані наступні узагальнені блоки:

1) попередня підготовка даних;

2) закріплення колій за групами вагонів і визначення до якого типу відноситься даний випадок;

3) розформування складу відповідно до блоку 2 (для випадку 1-го типу);

4) збирання вагонів, що залишилися на коліях, для формування складу з необхідною послідовністю груп;

5) закріплення колій за групами вагонів з виділенням колії для проміжного формування;

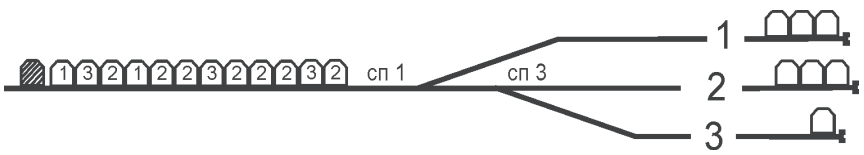
6) розформування складу відповідно до блоку 5 (для випадку 2-го типу) і отримання складу, в голові якого знаходиться частина вагонів, сформованих в необхідній послідовності, а далі розташовані вагони з коліїдля проміжного формування.

Розглянемо приклад переформовування багатогрупного складу. Під багатогрупним складом прийнято розуміти склад з вагонами, що перебувають в довільному порядку, адресованими в більш ніж одне місце призначення. Процес формування складу, що поступив, включає наступні елементи:

– напіврейс у бік колій формування;
– відчеплення вагонів на колії;
– напіврейс витягування вагонів з парку або виставкових колій.

Два напіврейси осадження і витягування назвемо сортуванням. Вагони позначатимемо номерами груп, до яких вони відносяться.

На підприємство надходить склад з 12 вагонів, розташованих в наступній послідовності: 1, 3, 2, 1, 2, 2, 3, 2, 2, 2, 3, 2. Послідовність вагонів в складі після переформовування буде наступною: 3, 3, 3, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1. Маневрова робота виконуватиметься в парку, що складається з трьох колій з номерами: 1, 2, 3, на яких можна розмістити відповідно 5, 4 і 5 вагонів. Вихідні дані наглядно представлені на рис. 3.



Місткість колії, ваг	
Паспортна	Фактична
8	5
7	4
6	5

Рис. 3. Вихідні дані до прикладу

Техніка обробки складу, що поступив, відповідно до блок-схеми буде наступною:

1. Закріплюємо колії за групами вагонів (блок № 2). Оскільки найбільшу групу № 2 не удасться помістити повністю ні на одну з наявних колій, то відповідно до алгоритму закріплюємо за цією групою колії № 1 і № 2. Під наступну по довжині вагонів групу № 3 виділяємо колію, що залишилася № 3. Отримали, що для групи № 1 неможливо виділити колію. Таким чином, робимо висновок, що даний випадок відноситься до 2-го типу, отже закріплення колій необхідно виконувати за алгоритмом, представленому в блоці № 5.

2. Закріплюємо колії за групами вагонів (блок № 5). Закріплюємо за групою № 2 колію № 1. Виділяємо колію № 3 для проміжного формування. Закріплюємо за групою № 3 колію № 2.

3. Виконуємо розформування складу відповідно до 2-го етапу.

4. Формуємо склад відповідно до блоку № 6. В даному випадку отримаємо наступний склад: 3, 3, 3, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 2, 1, 2.

5. Повертаємося до блоку №2, але виконуємо його лише для тієї частини вагонів, яка перебувала на колії для проміжного формування. Отже, за групою №1 закріплюємо колію №1, за групою №2 закріплюємо колію №3.

6. Формуємо склад з необхідною послідовністю вагонів (блок №4).

Детальніше техніка переформовування складу на відведених коліях представлена далі на рис. 4.

Маневровая работа

Время: 62,82 мин. '$' - локомотив '#' - конец пути (упор)

№ сортировки	Состав	Путь №1: длина=5	Путь №3: длина=5	Путь №2: длина=4	кол-во вагонов	направление	№ пути	Время
0	$-1-3-2-1-2-2-3-2-2-2-3-2	#	#	#				
1	$-1-3-2-1-2-2-3-2-2-2-3	-2#	#	#	1	на путь	1	3,03
2	$-1-3-2-1-2-2-3-2-2-2	-2#	#	-3#	1	на путь	2	4,14
3	$-1-3-2-1-2-2-3	-2-2-2-2#	#	-3#	3	на путь	1	4,14
4	$-1-3-2-1-2-2	-2-2-2-2#	#	-3-3#	1	на путь	2	3,86
5	$-1-3-2-1-2	-2-2-2-2-2#	#	-3-3#	1	на путь	1	3,62
6	$-1-3	-2-2-2-2-2#	-2-1-2#	-3-3#	3	на путь	3	3,86
7	$-1	-2-2-2-2-2#	-2-1-2#	-3-3-3#	1	на путь	2	4,55
8	$	-2-2-2-2-2#	-1-2-1-2#	-3-3-3#	1	на путь	3	3,22
9	$-3-3-3	-2-2-2-2-2#	-1-2-1-2#	#	3	в состав	2	3,22
10	$-3-3-3-2-2-2-2-2	#	-1-2-1-2#	#	5	в состав	1	3,34
11	$-3-3-3-2-2-2-2-2-1-2-1	#	-2#	#	3	в состав	3	4,1
12	$-3-3-3-2-2-2-2-2-1-2	-1#	-2#	#	1	на путь	1	4,41
13	$-3-3-3-2-2-2-2-2-1	-1#	-2-2#	#	1	на путь	3	4,41
14	$-3-3-3-2-2-2-2-2	-1-1#	-2-2#	#	1	на путь	1	4,41
15	$-3-3-3-2-2-2-2-2-2-2	-1-1#	#	#	2	в состав	3	4,1
16	$-3-3-3-2-2-2-2-2-2-2-1-1	#	#	#	2	в состав	1	4,41

Рис. 4. Послідовність сортувань вагонів при виконанні маневрової роботи

Для планування роботи підприємства і побудови добового плану-графіку необхідно, зокрема, знати скільки часу буде витрачено на маневрову роботу. Для цього необхідно мати наступні початкові дані: схема горловини, кількість колій, місткість колій у вагонах, кількість вагонів на коліях до переформовування, нормальне положення СП, відстані між СП, порядок СП і їх необхідне положення при русі від колії a до колії b, наявність централізованого перекладу стрілок, дані про час безперервного руху складу з n вагонів на відстань m метрів (використовуються нормативні дані з «Правил перевозу вантажів»).

Алгоритм розрахунку часу виконання одного сортування містить наступні пункти:

1. Визначається відстань, що пройшов склад до зміни напряму руху. Для цього використовуються дані про відстань між центром колії і найближчим СП, і між СП. А також використовується інформація, через які СП проходить склад, тобто маршрут його руху. Якщо в маршруті один і той же СП йде двічі підряд, значить після цього СП склад змінює напрям руху. Приклади представлення цих даних показані відповідно в таблиці 1 і таблиці 2. Умовні позначення в таблиці 2: ц1, ц2, ц3 — центр відповідної колії; 1, 2, 3 — № СП. Час на проходження отриманої відстані визначається за тимчасовими нормативами при веденні маневрової роботи з «правил перевозу вантажів» з врахуванням кількості вагонів у складі.

2. При кожній зміні напряму додаємо до часу 1 хвилину.

3. За відсутності на підприємстві централізованого переведення стрілок додаємо до часу 1 хвилину на кожне переведеннястрілки.

Маючи послідовність виконання сортувань, загальний час на виконання переформовування складу визначимо як суму часу витраченого на кожне сортування.

Методика виконання маневрової роботи в умовах достатньої кількості колій, представлена на блок-схемі, а також методика розрахунку часу описана вище, реалізовані в програмі для виконання на ЕОМ на мові С++.

Вікно введення даних представлене на рис. 5. У цьому вікні здійснюється введення даних про вагони в складі (№ вагону, тип вагону, тип вантажу, фронт призначення). У таблиці ліворуч виводяться дані про склад. У таблиці праворуч автоматично у міру введення даних формуються групи вагонів. Нумерація груп змінюється переміщенням рядків у цій таблиці.

Результати виконання програми представлені вище на рис. 4.

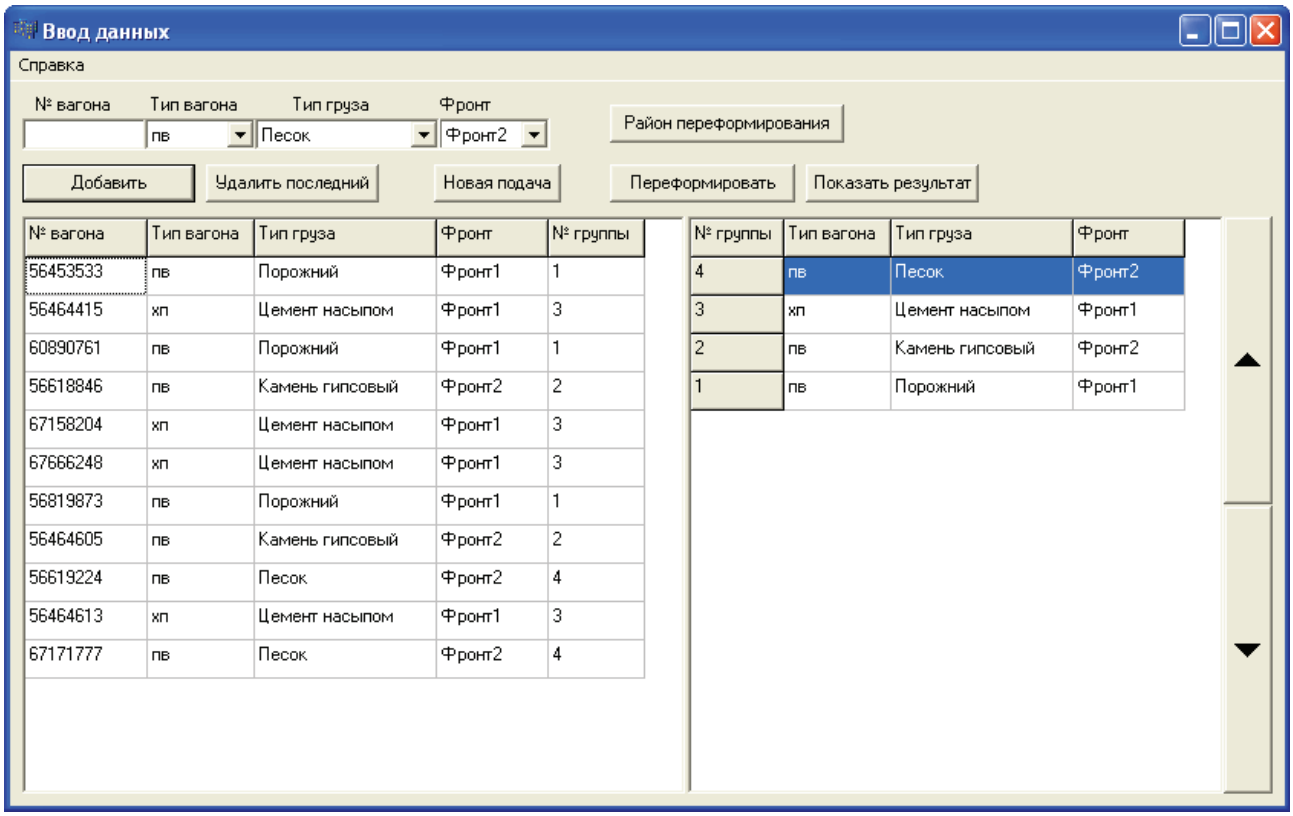


Рис. 5. Вікно введення даних

Таблиця 1

Маршрути руху

з колії	на колію	СП			через сп			
		1	2	3				
1	2	–	+	–	3	3		
1	3	–	+	–	3	2	2	
1	4	–	+	–	3	2	1	1
2	1	–	+	+	3	3		

Таблиця 2

Відстані

від сп/колії	до сп/колії	Відстань (м)
3	ц1	180
1	2	37
2	ц3	200
1	ц4	200

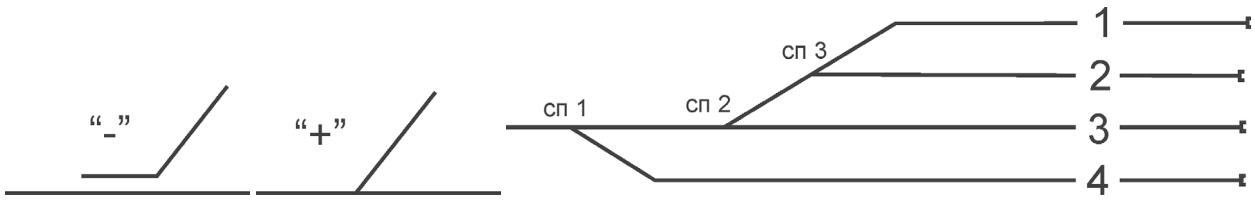


Рис. 6. Умовні позначення і схема горловини для таб. 1 і таб. 2

Висновки

У процесі дослідження проблеми виконання маневрової роботи в умовах достатньої кількості колій була сформована математична модель, на підставі якої був складений алгоритм раціонального процесу виконання маневрової роботи. Даний алгоритм може бути використаний у комплексі з іншими методиками для виконання маневрової роботи в умовах недостатньої кількості колій. Таким чином, можлива реалізація на ЕОМ системи підтримки приймання рішення для диспетчерського апарату підприємства.

Представлена методика розрахунку часу є універсальною, не залежить від послідовності вагонів у складі і характеристик горловини, тому вона може бути використана для отримання часу виконання маневрової роботи при використанні будь-якого алгоритму.

Список літератури

1. Автоматизированные информационные системы на железнодорожных станциях/под ред Е.М. Шафит и др.— Днепропетровск: ДИИТ, 1986.— 119 с.

2. Акулиничев В.М., Организация перевозок на промышленном транспорте: Учебник.— М.: Высшая шк., 1983.— 247 с.

3. Грунтов П.С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: [учебник для вузов]/П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макарочкин.— М.: Транспорт, 1994 г.— 543 с.

4. Тишкин М.Е. Метод комбинаторной сортировки вагонов — основа интенсивной технологии местной работы // Вестник ВНИИЖТ.— 1987.— № 2.— С. 1–6.

5. Тишкин М.Е. Интенсификация местной работы/Тишкин М.Е., Макаров В.М. // Железнодорожный транспорт.— 1986.— № 3.— С. 54–58.

6. Гончаров Н.Е. Теория маневровой работы в автоматизированной системе управления местной работой станции: автореф. дис. на соиск. научн. степ. д. т. н.— Л., 1973.

7. Гончаров Н.Е. Маневровая работа на железнодорожном транспорте/Гончаров Н.Е. Казанцев В.П.— М: Транспорт, 1978.— 186 с.

8. Руководство по техническому нормированию маневровой работы.— М.: Транспорт, 1978–55 с.

9. Шмулевич М. И. Информационное взаимодействие железнодорожного транспорта и предприятий/Шмулевич М.И., Юшевич Е.П.— М: Транспорт, 1984.— 240 с.

Аннотация. *В статье изложена методика планирования маневровой работы по переформированию состава, проводимая методом вытягиваний и осаживаний.*

Abstract. *In the article the method of planning of mobile work is expounded on re-forming of composition, conducted the method of drawings out and reining in.*

Стаття надійшла до редакції 25.03.2009 р.

УДК 004.934.1'1

СЛЕСОРАЙТИТЕ И. к. т. н., с. н. с., Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»; Федоров Е.Е., к. т. н., Донецкий институт автомобильного транспорта

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВОДИТЕЛЯ

Для повышения надежности управления автомобилем в статье предлагается методика диагностики зрительного аппарата водителей, основанная на выявлении и формализации зависимостей между показателями сетчатки и артерий глаза; синтезе структуры нейросети и ее математической модели; определении параметров модели; создании функционала цели; разработке процедуры прогноза. Для предложенной методики проводится численное исследование.

Постановка проблемы

В современной отечественной и мировой практике активно ведутся разработки интеллектуальных систем, связанных с автомобилем и его водителем и позволяющих снизить количество аварий. Особую важность эти исследования имеют для диагностики зрительного аппарата водителей.

Анализ последних исследований и публикаций

Современные исследования зрительного аппарата [1–3] не используют модели и методы искусственного интеллекта и, в частности, нейронные сети.

Цель статьи

Разработать методику диагностики зрительного аппарата водителя и провести численное исследование предложенной методики.

Основной материал

Сетчаточная толщина слоя зрительного нерва анализируется путем сканирующей лазерной поляриметрии (SLP). Стандартные показатели SLP: средняя височная, верхняя, носовая, нижняя толщина слоя зрительного нерва (TSNIT) и показатель зрительного нерва (NFI).

Состояние артерий глаз (ретробульбарная гемодинамика (RH)) оценивается на основе цветового Допплеровского изображения (CDI). Стандартные показатели CDI:

– пиковая систолическая скорость (OA_PSV), конечно-диастолическая скорость (OA_EDV), показатель пульсации (OA_PI) и показатель удельного сопротивления (OA_RI) в глазной артерии (OA),

– пиковая систолическая скорость (CRA_PSV), конечно-диастолическая скорость (CRA_EDV), показатель пульсации (CRA_PI) и показатель удельного сопротивления (CRA_RI) в центральной сетчаточной артерии (CRA);

– пиковая систолическая скорость (SPCA_PSV), конечно-диастолическая скорость (SPCA_EDV), показатель пульсации (SPCA_PI) и показатель удельного сопротивления (SPCA_RI) в короткой последующей реснитчатой артерии (SPCA).

Существующие зависимости между показателями состояния сетчатки и артерий в настоящее время формализованы неполно. С другой стороны, для повышения вероятности правильного диагностирования и повышения скорости принятия решения требуется разработка математической модели прогноза.

Таким образом, возникает необходимость в создании методики диагностики зрительного аппарата водителя, базирующейся на подходах искусственного интеллекта, которая включает в себя следующие этапы:

– выявление и формализация зависимостей между показателями;
– синтез структуры нейросети и ее математической модели;
– определение параметров модели;
– создание функционала цели;
– разработка процедуры прогноза;
– численное исследование.

1. Выявление и формализация зависимостей между показателями

На основе экспериментальных данных были построены графики зависимостей между CRA_EDV и NFI, TSNIT на трех этапах — перед началом лечения (Baseline) (рис. 1), после 6 месяцев лечения (6MO) (рис. 2), после завершения лечения (Healthy) (рис. 3).

Зависимости, которые приведены на рис. 1–3, близки к линейным и поэтому могут быть описаны следующим уравнением

$$y = b_0 + b_1 x . \qquad (1)$$

Как следует из рис. 1–3, наблюдается:

– прямая зависимость между NFI и CRA_EDV;
– обратная зависимость между TSNIT и CRA_EDV;
– NFI от этапа к этапу убывает;
– TSNIT от этапа к этапу возрастает.

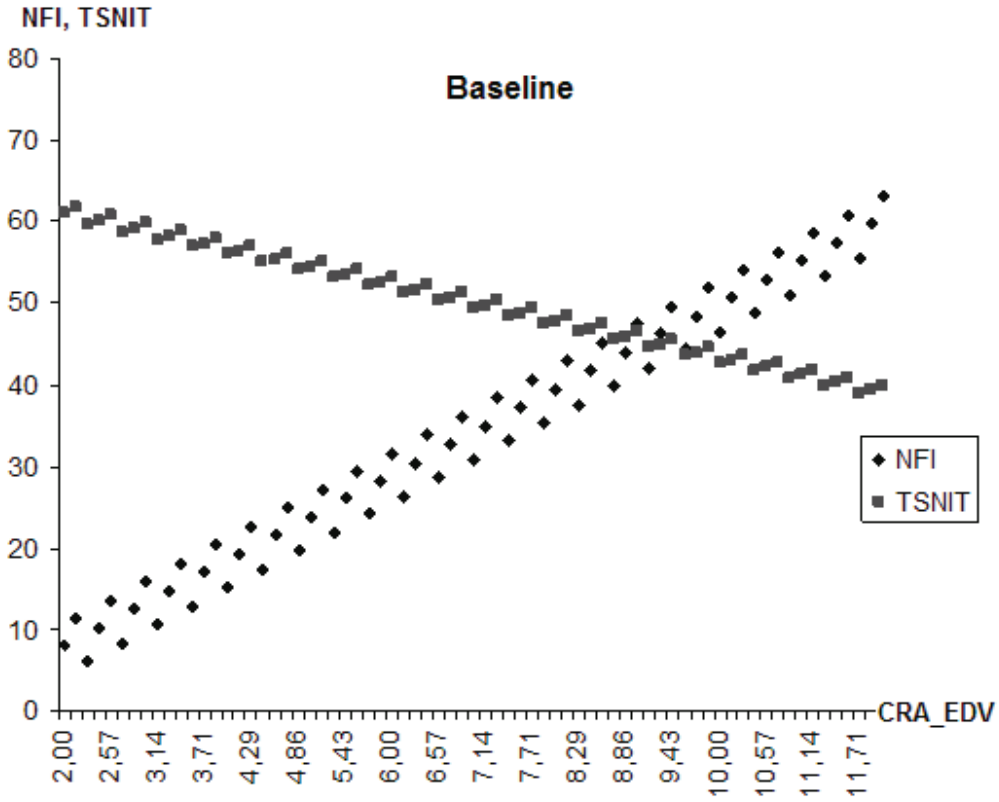


Рис. 1. Зависимость между CRA_EDV и NFI, TSNIT перед началом лечения

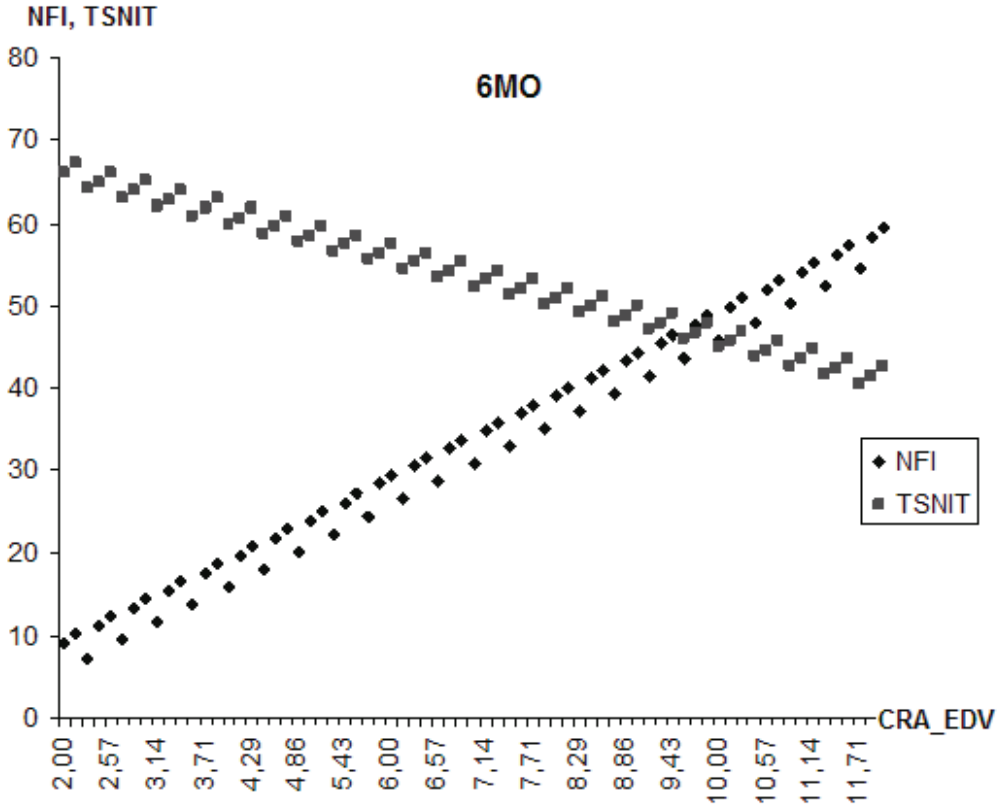


Рис. 2. Зависимость между CRA_EDV и NFI, TSNIT после 6 месяцев лечения

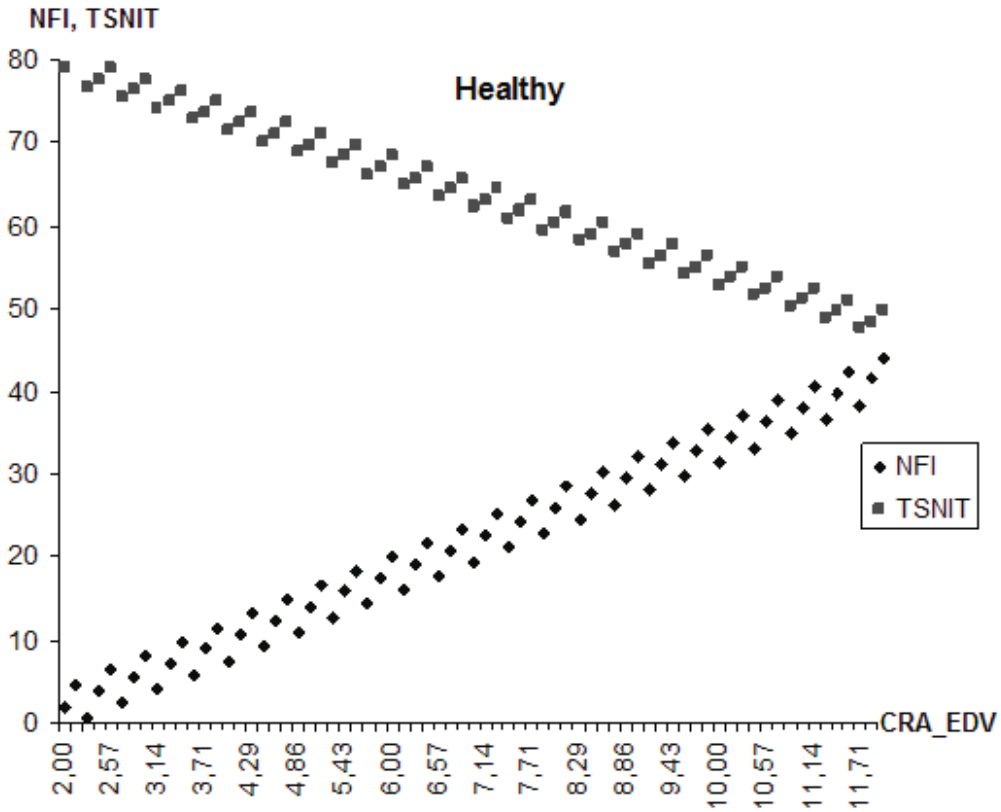


Рис. 3. Зависимость между CRA_EDV и NFI, TSNIT после завершения лечения

Для нахождения параметров b_0, b_1 уравнения (1) использовался метод наименьших квадратов. В результате была получена следующая таблица.

Таблица 1

Параметры уравнений зависимостей

Вид зависимости	b_0	b_1
NFI (CRA_EDV), Baseline	–2,5	5,25
NFI (CRA_EDV), MO6	–1	5
NFI (CRA_EDV), MO12	–8	5
NFI (CRA_EDV), Healthy	–6	4
TSNIT (CRA_EDV), Baseline	65,4	–2,2
TSNIT (CRA_EDV), MO6	71	–2,5
TSNIT (CRA_EDV), MO12	78,6	–2,8
TSNIT (CRA_EDV), Healthy	85,2	–3,1

2. Синтез структуры нейросети и ее математической модели

Уравнения зависимостей (1) позволяют создать структуру авторской двухслойной нейросети с однородными слоями HLNN (рис. 4) для прогноза NFI или TSNIT для любого из четырех этапов, т. е. можно создать восемь нейросетей.

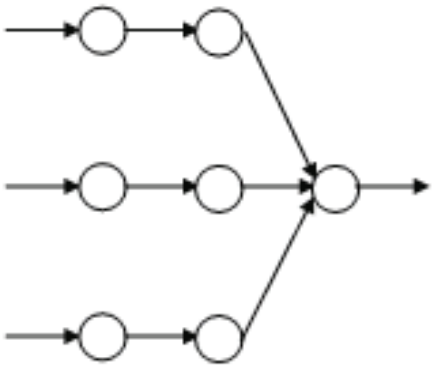


Рис. 4. Структура нейросети HLNN

На нейроны входного слоя подаются три показателя — CRA_EDV, CRA_RI и SCPA_RI. На нейроны первого слоя подаются NFI или TSNIT, вычисленные по соответствующему показателю, согласно (1). Выходом нейросети является обобщенное NFI или TSNIT для определенного этапа.

На основе структуры нейросети создается следующая модель прогноза:

$$y_{\text{model}} = f_1(\theta_1^{(1)} + \sum_{i=1}^{N^{(1)}} w_{i1}^{(1)} f_2(\theta_i^{(0)} + w_{ii}^{(0)} x_i^{(0)})), \quad (2)$$

3. Определение параметров модели

Параметры (весовые коэффициенты) модели нейросети (2) определяются следующим образом

$$\theta_i^{(0)} := b_{0i}, w_{ii}^{(0)} := b_{1i}, i \in \overline{1, N^{(0)}},$$

где $N^{(0)} = 3$,

$$\theta_1^{(1)} := 0, w_{i1}^{(1)} := \frac{1}{N^{(1)}}, i \in \overline{1, N^{(1)}},$$

где $N^{(1)} = 3$.

4. Создание функционала цели

Для модели нейросети (2) создается следующий функционал цели

$$F = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}(y_{\text{model}}(n) - y_{\text{object}}(n))^2 \to \min_{W}, \quad (3)$$

где y_{object} — ожидаемое (измеренное на объекте) значение,
N — количество реализаций.

5. Разработка процедуры прогноза

На основе математической модели (1) создается процедура прогноза, включающая в себя следующие шаги:

1) $s_i := \theta_i^{(0)} + w_{ii}^{(0)} x_i^{(0)}$,

$$x_i^{(1)} = f_1(s_i) = \begin{cases} s_i, & s^{\min} < s_i < s^{\max} \\ 0, & other \end{cases}, \; i \in \overline{1, N^{(0)}},$$

где $s^{\min}, s^{\max}$ — минимальное и максимальное значения.

2) $s := \theta_1^{(1)} + \sum_{i=1}^{N^{(1)}} w_{i1}^{(1)} x_i^{(1)}$,

$$y_{\text{model}} = f_2(s) = \begin{cases} s, & s^{\min} < s < s^{\max} \\ 0, & other \end{cases},$$

где $s^{\min}, s^{\max}$ — минимальное и максимальное значения.

Если результаты работы процедуры прогноза не удовлетворяют условию

$$\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}(y_{\text{model}}(n) - y_{\text{object}}(n))^2 < \varepsilon, \quad (4)$$

где $\varepsilon = 0.001$,

то берется новая выборка данных, заново вычисляются параметры зависимостей и соответственно параметры модели прогноза, и процедура прогноза повторяется.

6. Численное исследование

Для сопоставления разработанной нейросети HLNN с многослойным персептроном (MLP) и радиально-базисной сетью (RBF) было проведено численное исследование. Длина тестовой выборки определялась как $N = 100$.

Структура MLP и RBF была определена следующим образом:

– количество нейронов во входном слое — $N^{(0)} = 3$;
– количество нейронов во втором (выходном) слое — $N^{(2)} = 1$.
– количество нейронов в первом слое определяется согласно условию [4]

$$\left[\frac{N^{(2)} \cdot N}{1+\log_2 N}\right] \le N^{(1)} \le \left[N^{(2)}\left(\frac{N}{N^{(2)}}+1\right)\left(N^{(0)}+N^{(2)}+1\right)+N^{(2)}\right],$$

т. е. $13 \le N^{(1)} \le 405$. В статье выбиралось среднее количество, т. е. $N^{(1)} = 200$.

Качество прогноза оценивалось по функционалу

$$J = \frac{m}{n}100\%, \qquad (5)$$

где m — количество правильных прогнозов, n — общее количество прогнозов.

Результаты исследования приведены в табл. 2. Как видно из табл. 2, наибольшую вероятность правильного прогноза имеет авторская сеть HLNN.

Таблица 2

Вероятность правильного прогноза

Название нейросети	Вероятность правильного прогноза, %
HLNN	99
MLP	85
RBF	76

Выводы

В статье для анализа состояния сетчатки и артерий глаза была предложена методика интеллектуальной диагностики зрительного аппарата водителя, которая включала в себя: выявление и формализацию зависимостей между признаками сканирующей лазерной поляриметрии (SLP) и признаками ретробульбарной гемодинамики (RH); синтез структуры нейросети и ее математической модели; определение параметров модели; создание функционала цели; разработка процедуры прогноза. Для разработанной методики было проведено численное исследование.

Новизна работы заключается в следующем: формализация зависимостей между показателями состояния сетчатки и артерий; повышение вероятности правильного диагностирования и повышение скорости принятия решения за счет использования авторской нейросети HLNN.

Предложенная методика может использоваться в интеллектуальных системах диагностики водителей.

Список литературы

1. Harris A.; Joos K.; Kay M.; Evans D.; Shetty R.; Sponsel W.; Martin B. Acute IOP elevation with scleral suction: effects on retrobulbar haemodynamics // British Journal of Ophthalmology.— 1996.— T. 80.— №.12.— 1055–1059.

2. Inan U.U.; Yucel A.; Ermis S.S.; Ozturk F. The Effect of Dehydration and Fasting on Ocular Blood Flow // Journal of Glaucoma.— 2002 — T. 11.— № 5.— 411–415.

3. Rosengarten B., Aldinger C., Kaufmann A., Kaps M. Comparison of visually evoked peak systolic and end diastolic blood flow velocity using a control system approach // Ultrasound in medicine & biology.— 2001 — T. 27.— № 11.— 1499–1503.

4. Горбань А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере/Горбань А.Н., Россиев Д.А.— Новосибирск: Наука, 1996.— 276 с.

Анотація. *Для підвищення надійності керування автомобілем у статті пропонується методика діагностики зорового апарата водіїв, заснована на виявленні й формалізації залежностей між показниками сітківки й артерій ока; синтезі структури нейромережі та її математичної моделі; визначенні параметрів моделі; створенні функціонала мети; розробці процедури прогнозу. Для запропонованої методики проводяться чисельні дослідження.*

Abstract. *For increase of a reliability of control the automobile in the article the technique of diagnostics of the visual vehicle of the drivers based on detection and formalization of relations between parameters of a retina and artery of an eye is offered; synthesis of a structure neuronet and its mathematical model; definition of parameters of model; creation of a functional of the purpose; to development of a procedure of the prognosis. For an offered technique the numerical research is conducted.*

Стаття надійшла до редакції 23.03.2009 р.

УДК 629.113

ЧЕРНЫШЕВ С.А., к. т. н., доцент, ПЕТРОВ А.В., к. т. н., доцент,
Донецкий институт автомобильного транспорта

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТОЯНОК

Предложена конструкция многоэтажной механизированной автостоянки с хранением автомобилей на специальных поддонах, уложенных в многоярусный стеллаж при помощи автопогрузчика и поворотного круга.

Введение

Увеличение количества легковых автомобилей в городах породило ряд серьезных проблем, к которым относятся:

– уменьшение средней скорости движения (снижение пропускной способности проезжей части улицы, что относится не только к легковому, но и к общественному транспорту;

– возникновение пробок;

– повышение уровня токсичности выхлопных газов из-за переменных режимов работы двигателя.

Так, имеются сведения, что средняя скорость в часы пик во многих крупных городах мира не превышает скорости пешехода.

Анализ движения городского транспорта показывает, что существует максимально возможная пропускная способность дороги, которая зависит от рядности движения автомобилей, их средней скорости и интервала безопасности между автомобилями.

Так, при использовании «зеленой волны» при средней скорости 70 км/час по нашим расчетам пропускная способность проезжей части при однорядном движении достигает порядка 3000 автомобилей в час, при двухрядном — 5500 и при трехрядном — 8200 автомобилей в час.

Основной причиной снижения средней скорости движения является парковка на проезжей части. При разрешенной парковке вдоль дороги практически перекрывается движение в первом ряду и нарушается движение второго ряда. Другими словами, неорганизованная парковка может снижать пропускную способность дороги до 1,5 раз и резко ухудшает аварийную ситуацию.

По этой причине, основной задачей при решении проблемы увеличения средней скорости движения транспорта в городе является организация временного или постоянного хранения автомобилей.

Постановка задачи

Для решения выдвинутой проблемы предлагается принципиально новая схема конструкции многоэтажной стоянки для компактного хранения легковых автомобилей на многоярусных стеллажах с использованием автопогрузчика и поворотных кругов.

Основная часть

В современных городах все административные и торговые учреждения оборудуются собственными стоянками надземного или подземного типа, которые, к сожалению, имеют малую вместимость. Наиболее дешевой и простой стоянкой является охраняемая площадка, однако с ростом арендной платы за землю их рентабельность повышается только за счет увеличения стоимости хранения автомобилей. Недостатком таких стоянок, кроме большой площади, является большое время операций установки автомобиля и выдачи его владельцу.

По этой причине получают развитие стоянки для многоэтажного хранения автомобилей, которые делятся на две группы:

– установка автомобиля «своим ходом», т. е. автомобиль самостоятельно въезжает (выезжает) на место стоянки. Емкость таких стоянок не намного выше площадочных из-за большой площади подъездных дорог;

– установка автомобиля на место хранения при помощи механических средств. Наиболее ярким примером является многоэтажная стоянка для легковых автомобилей Варламова С.Е. и Болотина Н.Б. (патент РФ 2 304 207) [1], в которой автомобиль въезжает на поддон, установленный на встроенную в лифт вращающуюся площадку, откуда разносится по этажам (рис. 1).

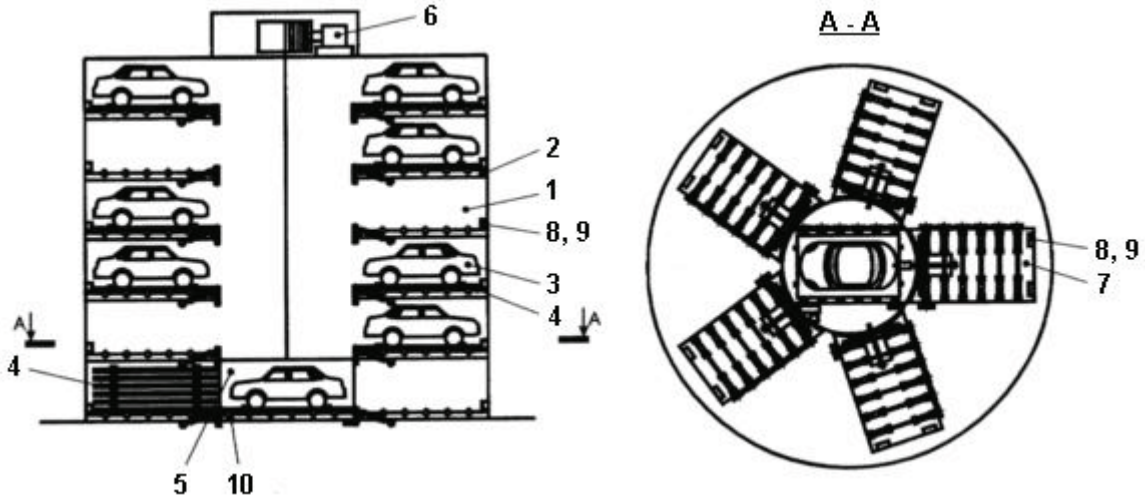


Рис. 1. Схема многоэтажной стоянки с автоматизированными процессами приемки и выдачи автомобилей (патент РФ № 2 304 207):

1 — бокс; 2 — платформа бокса; 3 — автомобиль; 4 — поддон; 5 — лифт; 6 — привод лифта; 7 — рольганг платформы боксов; 8 — демпфер платформы; 9 — концевой выключатель; 10 — поворотная платформа

На этаже автомобиль при помощи рольгангов перегружается в стеллажные боксы расположенные радиально в круглом помещении. Такая стоянка обеспечивает полную автоматизацию процесса: установка автомобиля, его хранение и выдача.

По нашему мнению, недостаток такой автостоянки заключается в чрезмерно сложном автоматизированном устройстве перегрузки и снятия с боксов поддона с автомобилем.

В данной статье предлагается механизированная стоянка для легковых автомобилей с использованием для перегрузочных операций автопогрузчиков, располагаемых на каждом этаже стоянки.

Ранее, в журнале «Вісник ДІАТ» №4 за 2008 год, авторами была опубликована статья «К вопросу об оптимизации систем автопарковки в условиях современного города» [2], в которой описано устройство автостоянки для стеллажного хранения автомобилей в специальных поддонах с использованием автопогрузчика и поворотного круга для уменьшения операций управления автопогрузчиком и повышения точности укладки.

В представляемой новой работе дается описание многоэтажной автостоянки, работающей по предложенному ранее принципу. Она представляет собой поэтажный набор стеллажных стоянок с использованием на каждом этаже автопогрузчика и установкой напротив каждого стеллажа поворотного круга для упрощения работы погрузчика и увеличения точности установки поддона в стеллаж.

Для подачи автомобиля на этаж предлагается специальный подъемник (лифт), снабженный клетью, которая обеспечивает продольный проезд автомобиля (въезд на специальный поддон при загрузке и выезд автомобиля с поддона при выгрузке)

Клеть сваривается из швеллеров, образующих параллелепипед, который движется по направляющим. Клеть имеет четыре опорных ролика, предохраняющих ее от перекоса при движении вверх. Шахта подъемника на первом этаже закрыта только с внешней торцевой стороны, а на следующих этажах — с трех сторон (открытой остается только внутренняя торцевая сторона для снятия (укладки) поддона с автомобилем на соответствующем этаже).

На рис. 2 показан разрез пятиэтажного автохранилища на восемь стеллажных боксов на каждом этаже, рассчитанных на обработку одним автопогрузчиком. На рис. 3 показан план этажа, на котором представлено расположение стеллажей и поворотных кругов на этаже.

Автопогрузчик вилами снимает поддон с автомобилем с лифта, после чего по прямой движется назад и останавливается на одном из четырех поворотных кругов. Круг поворачивается на 90° в направлении свободного стеллажа, после чего автопогрузчик движется по прямой вперед. Останавливается перед свободным стеллажом и укладывает подъемными вилами поддон с автомобилем на стеллаж. После укладки автопогрузчик либо отъезжает на поворотный круг и возвращается к лифту, либо забирает пустой поддон и укладывает его в клеть лифта. Эта операция зависит от того, в каком режиме (загрузка — разгрузка (выдача)) работает автостоянка в данный момент.

Если на пункте приема-выдачи находится автомобиль для загрузки, диспетчер дает команду свободному автопогрузчику на следующих этажах взять свободный поддон и уложить его на клеть лифта (самый удобный вариант — использовать автопогрузчик первого этажа). Если на пункте приема-выдачи находится клиент, желающий получить свой автомобиль, диспетчер дает команду автопогрузчику забрать поддон с автомобилем с соответствующего этажа и поставить его на клеть лифта. Для сокращения времени операции свободные поддоны лучше хранить на первом этаже.

Оборудование автостоянки вторым лифтом сокращает время операций по приему и выдаче автомобилей, повышает надежность работы.

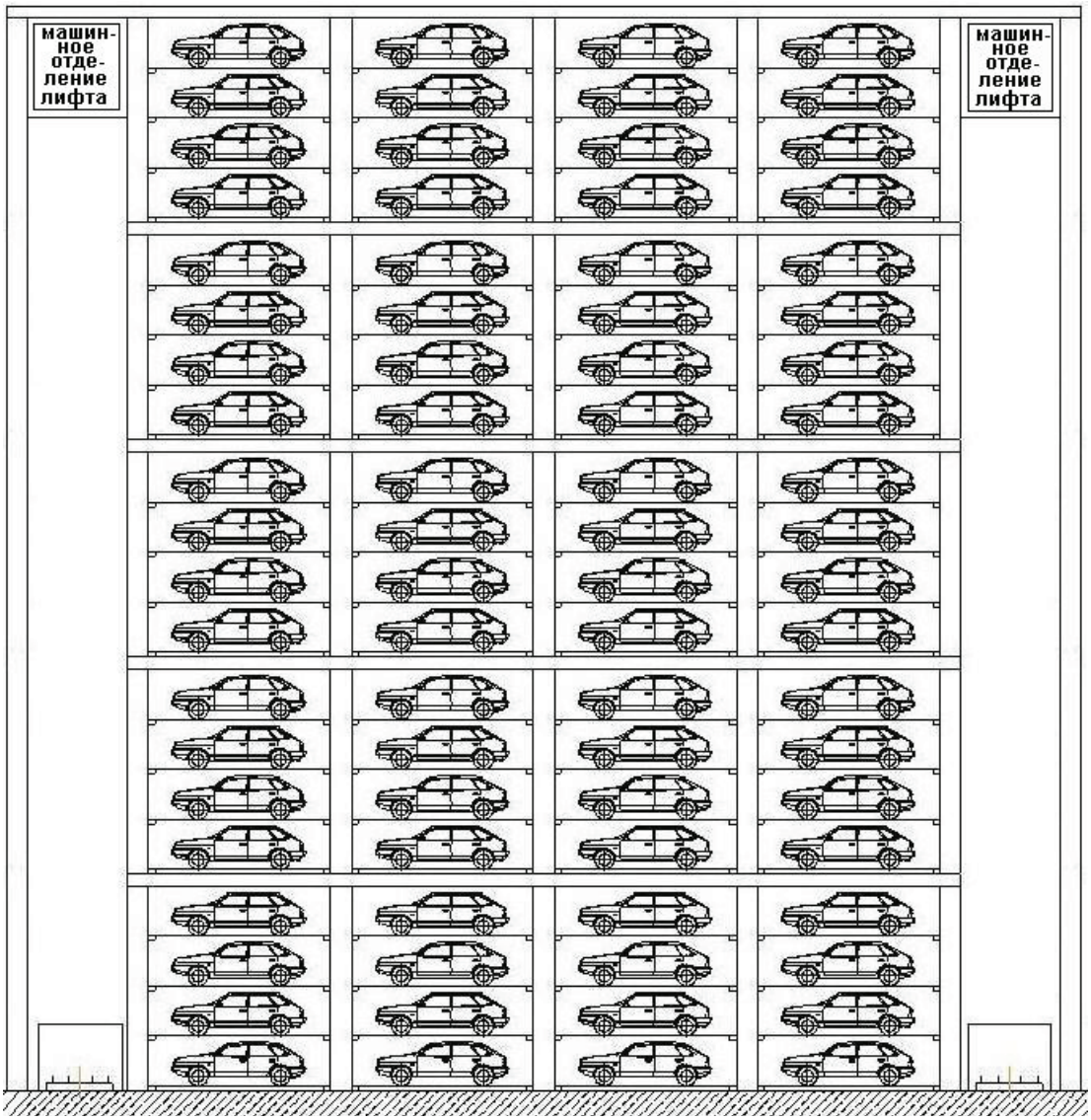


Рис. 2. Разрез пятиэтажной автостоянки со стеллажными боксами

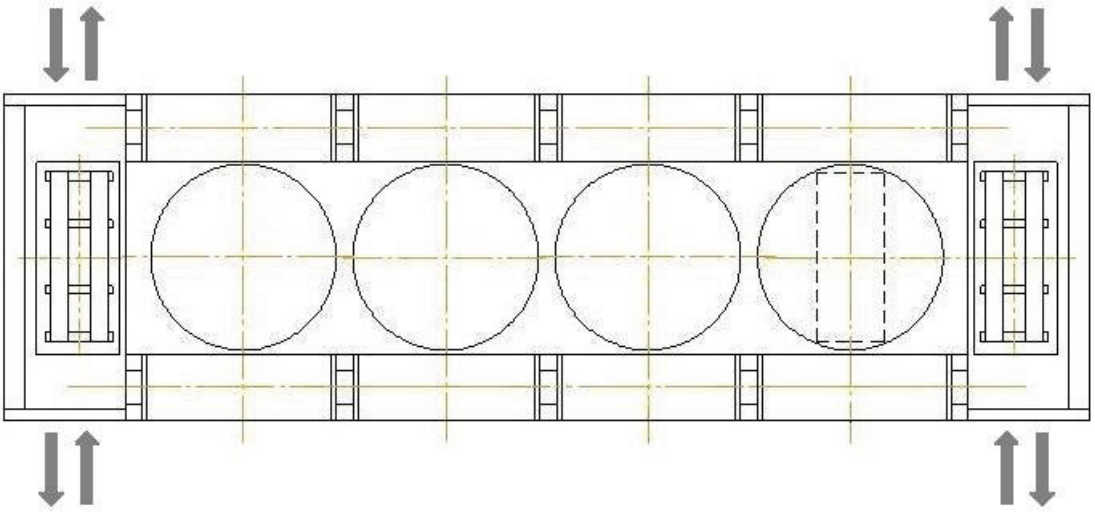


Рис. 3. План этажа пятиэтажной автостоянки со стеллажными боксами

Выводы

Предлагаемая многоэтажная автостоянка по сравнению с существующими конструкциями обладает следующими преимуществами:

– сведена к минимуму площадь стоянки и подъездных путей;

– емкость размещения автомобилей на единице площади увеличивается в данном варианте в 20 раз;

– минимальные капитальные затраты на строительство и монтаж необходимого оборудования;

– снижение времени операций погрузки и выдачи автомобилей;

– высокая надежность хранения.

Донецкий институт автомобильного транспорта готов сотрудничать с любыми заинтересованными организациями по проектированию и строительству предлагаемой автостоянки.

Список литературы

1. Пат. 2304207 С1 Российская Федерация, МПК Е 04 Н 6/18. Многоэтажная стоянка для легковых автомобилей/Варламов С.Е., Болотин Н.Б.; заявители и патентообладатели Варламов С.Е., Болотин Н.Б.— № 2005139479/03; заявл. 16.12.2005; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 22.

2. Чернышев С.А. К вопросу об оптимизации систем автопарковки в условиях современного города/Чернышев С.А., Петров А.В. // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту.— 2008.— № 4.— С. 18–22.

Анотація. *Запропонована конструкція багатоповерхової механізованої автостоянки зі зберіганням автомобілів на спеціальних піддонах, які встановлюються у багатоярусних стелажах за допомогою автонавантажувача і поворотного кола.*

Abstract. *Proposed construction of a many-strayed mechanical parking with the storage of car on special pallets, packed in multi-layered stack with the help of forklift and turntable.*

Стаття надійшла до редакції 25.05.2009 р.

УДК 656.078.136

ПАХНО А.Е., ст. преподаватель, ЭНГЛЕЗИ И.П., к. т. н.,
Донецкий институт автомобильного транспорта

К ВОПРОСУ ОБ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ КОНТРОЛЯ ЗА ДОРОЖНОЙ ПЕРЕВОЗКОЙ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Определены основные принципы программного комплекса для проведения контроля за дорожной перевозкой опасных грузов.

Постановка проблемы

Перевозка опасных грузов с минимальным риском возможна только при соблюдении установленных требований. Перевозка некоторых опасных грузов полностью запрещена.

Регламентация перевозки опасных грузов направлена на предотвращение несчастных случаев с людьми, материального ущерба или ущерба окружающей среде. В то же время правила составлены так, чтобы не препятствовать перевозке таких грузов, за исключением тех, которые слишком опасны для транспортировки. Цель нормативных актов, регламентирующих перевозку опасных грузов, заключается в устранении или сведении к минимуму риска при перевозке опасных грузов.

Перевозка опасных грузов по территории Украины регламентируется требованиями законов Украины «О перевозке опасных грузов», «О присоединении Украины к Европейскому соглашению о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)». На выполнение норм указанных законов Министерством внутренних дел Украины разработаны и введены в действие приказом МВД Украины от 26.07.2004 № 822 (зарегистрированный в Минюсте 20.08.2004 за № 1040/9639) Правила дорожной перевозки опасных грузов (далее — Правила).

Международные перевозки опасных грузов по территории Украины осуществляются в соответствии с требованиями Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов (далее — ДОПОГ).

Выполнение вышеуказанных нормативных документов может быть обеспечено только путем осуществления действенного контроля со стороны компетентных органов за дорожной перевозкой опасных грузов.

Для осуществления такого контроля необходимо обеспечить, как минимум, наличие у работников компетентных органов, нормативных документов в сфере дорожной перевозки опасных грузов. Качество контроля обеспечивается знаниями требований, предъявляемых к перевозке опасных грузов автомобильным транспортом.

Чтобы проиллюстрировать сложность обеспечения вышеуказанных положений необходимо учесть следующее:

1. Приложения ДОПОГ, в которых определены основные требования к перевозке опасных грузов автомобильным транспортом, переиздаются каждые 2 года. Это обуславливает необходимость постоянной актуализации знаний в данной сфере;

2. Перечень опасных грузов, содержится в таблице А главы 3.2 приложения А ДОПОГ, содержит 3473 позиций к которым относятся более 100 000 химических веществ, изделий, содержащих такие вещества, растворов, смесей и других опасных грузов, в том числе радиоактивных материалов и инфекционных веществ;

3. Допустимые способы перевозки опасных грузов, типы средств удержания груза и многие другие требования устанавливаются отдельно для каждой позиции перечня опасных грузов;

4. При перевозке опасных грузов, в зависимости от маршрута, вида груза, количества, способа перевозки, может потребоваться около 12 перевозочных документов, которые составляются различными участниками перевозки и компетентными органами. К каждому из этих документов предъявляются отдельные требования к их оформлению и использованию;

5. 234 специальных положения могут изменять требования общих положений при перевозке отдельных опасных грузов;

6. Применяется около 169 вариантов маркировки упаковок с опасными грузами, средств удержания грузов и транспортных средств, без учета того, что каждой позиции перечня опасных грузов присвоены различные номера образцов знаков опасности, номер ООН и номер опасности;

7. Семь категорий исключений могут либо полностью, либо частично освобождать перевозку опасного груза от соблюдения требований нормативных документов, регламентирующих перевозку таких грузов и т. п.

Высокая стоимость ДОПОГ (130 евро) не позволяет каждые два года обеспечивать сотрудников компетентных органов, осуществляющих контроль за перевозкой опасных грузов автомобильным транспортом, текстами предписаний.

Анализ последних исследований

Обеспечить качество контроля за дорожной перевозкой опасных грузов можно путем применения программных продуктов, позволяющих определить требования к перевозке таких грузов.

На сегодня существует ряд программных продуктов, содержащих тексты предписаний, регламентирующих перевозку опасных грузов. У всех этих продуктов имеются общие недостатки — они или полностью дублируют тексты ДОПОГ, или содержат только информацию по отдельному вопросу обеспечения безопасности перевозки (например, формирование письменных инструкций).

При этом существуют значительные недостатки, которые не позволяют эффективно использовать такие программные продукты.

В первую очередь нужно понимать, что если программный продукт только дублирует тексты предписаний, то происходит простой перенос текстов печатного издания на экран монитора, без какой либо адаптации текстов для целей экранного просмотра. Это не позволяет быстро получить необходимую информацию.

Чтение с экрана гораздо сложнее, чем чтение печатного текста, в основном из-за низкого разрешения. Текст, напечатанный лазерным принтером, имеет разрешение 600 точек на дюйм, страница книги — 1200 точек на дюйм, а экран монитора — только 72 или 96 точек на дюйм. Из-за трудностей чтения с экрана электронный текст медленнее читается, хуже воспринимается и в меньшей степени вызывает обратную реакцию. Кроме того, из-за низкого разрешения экрана электронный текст довольно тяжело бегло просматривать с целью поиска необходимой информации. При взгляде на экран глазу трудно различить отдельные ключевые для понимания слова.

Компьютер отображает символы на экране в виде набора довольно крупных точек. Полученные в результате буквы с рваными краями имеют настолько нечеткий вид, что чтение текста с экрана представляет собой очень сложную задачу. По данным [1] с экрана компьютера люди читают на 25% медленнее, чем с листа бумаги. При этом с целью устранения указанных недостатков в [1] рекомендуется сокращать текст, составленный на бумаге и предлагаемый для представления на экране, как минимум на 50%.

Кроме того, применение программных продуктов в указанном выше виде, не избавляет пользователя от необходимости знания структуры предписаний, их содержания, а также поиска необходимой информации (зачастую это 1–2 предложения) в значительном объеме текста.

Цель статьи

Целью данной работы является определение основных принципов, необходимых для создания компьютерной программы по контролю за дорожной перевозкой опасных грузов (далее — Программа).

Основной раздел

Основной задачей Программы является обеспечение быстрого поиска необходимой информации и облегчение понимания требований нормативных документов, регламентирующих перевозку опасных грузов автомобильным транспортом, как во внутреннем, так и международном сообщении.

Решение поставленной задачи будет реализовано путем создания базы данных, представляющей совокупность массивов данных, включающих тексты предписаний, регламентирующих перевозку опасных грузов (во внутреннем и международном сообщении), в виде пронумерованных текстовых и графических элементов, оформленных в виде следующих справочников:

- Перечень опасных грузов;
- Знаки опасности;
- Перевозочные документы
- Строки письменных инструкций
- Пояснения и др.

Для обеспечения формирования и вывода соответствующей информации по параметрам перевозки опасных грузов, заданным пользователем, в каждом справочнике необходимо реализовать возможность построения логико-формальных моделей, устанавливающих взаимосвязь между заданными пользователем параметрами перевозки и массивами данных (рис. 1).

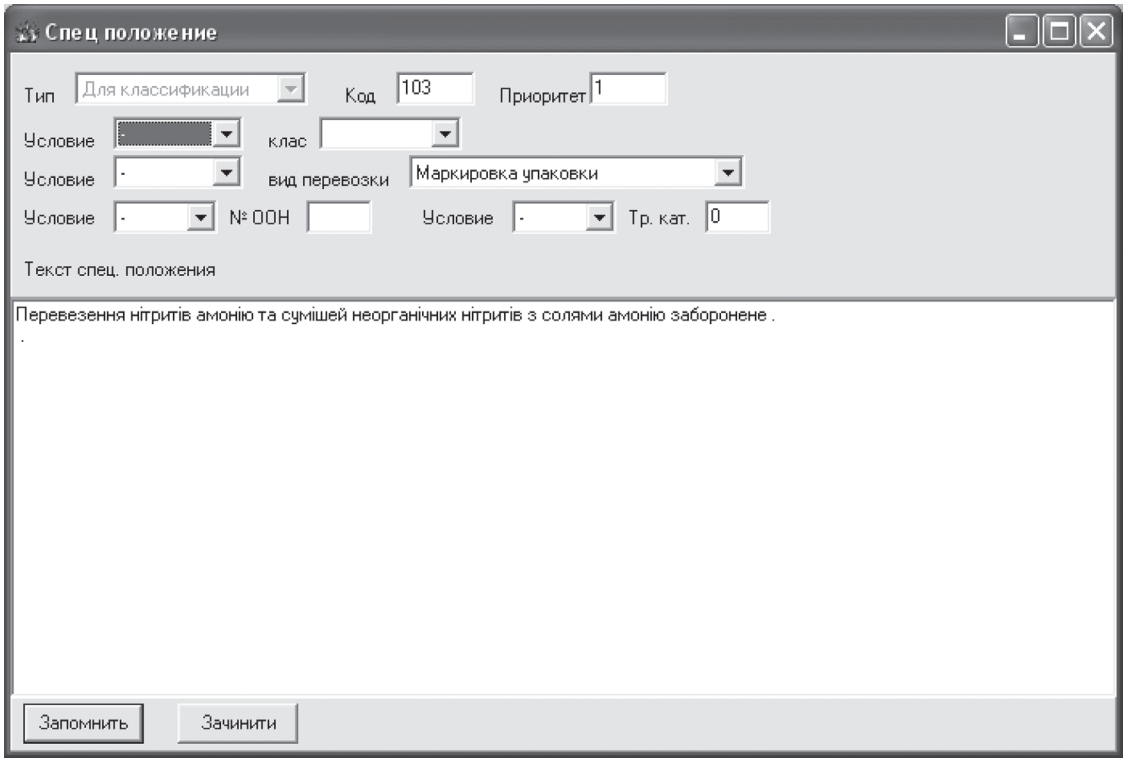


Рис. 1. Панель для задания параметров логико-формальных моделей по отображению специальных положений

Анализ предписаний, регламентирующих перевозку опасных грузов автомобильным транспортом, позволил сделать выводы что параметрами, необходимыми для определения требований к перевозке таких грузов являются:

1. Информация, идентифицирующая опасный груз: № ООН (в некоторых случаях, дополнительно: надлежащее отгрузочное наименование, группа упаковки, классификационный код);
2. Вид перевозки (внутренняя международная);
3. Способ перевозки (в упаковках, контейнерные перевозки опасного груза в упаковках, навалом, контейнерные перевозки опасного груза навалом, в цистернах, в контейнерах-цистернах (переносных цистернах));
4. Максимально разрешенная масса транспортного средства, при перевозках в контейнерах-цистернах (переносных цистернах), дополнительно, — индивидуальная вместимость контейнера-цистерны (переносной цистерны);
5. При перевозках опасных грузов в упаковках — количество опасного груза в упаковке;
6. Количество перевозимого груза;
7. Количество членов экипажа транспортного средства;
8. Количество транспортных средств в составе транспортной единицы.

Основой быстрого поиска необходимых сведений является четкая структура выводимой программой информации. Реализацией этого принципа является распределение всей выводимой информации программы в следующих разделах (рис. 2):

– Классификация;
– Совместная загрузка;
– Маркировка;
– Перевозочные документы;
– Дополнительное оборудование;
– Положения по осуществлению перевозки;
– Письменные инструкции.

Если требования определенного раздела не применяются к перевозке опасного груза, соответствующий раздел не должен отображаться.

Разделы «Дополнительное оборудование» и «Маркировка» должны предусматривать дополнительное внутреннее структурирование отображаемой информации.

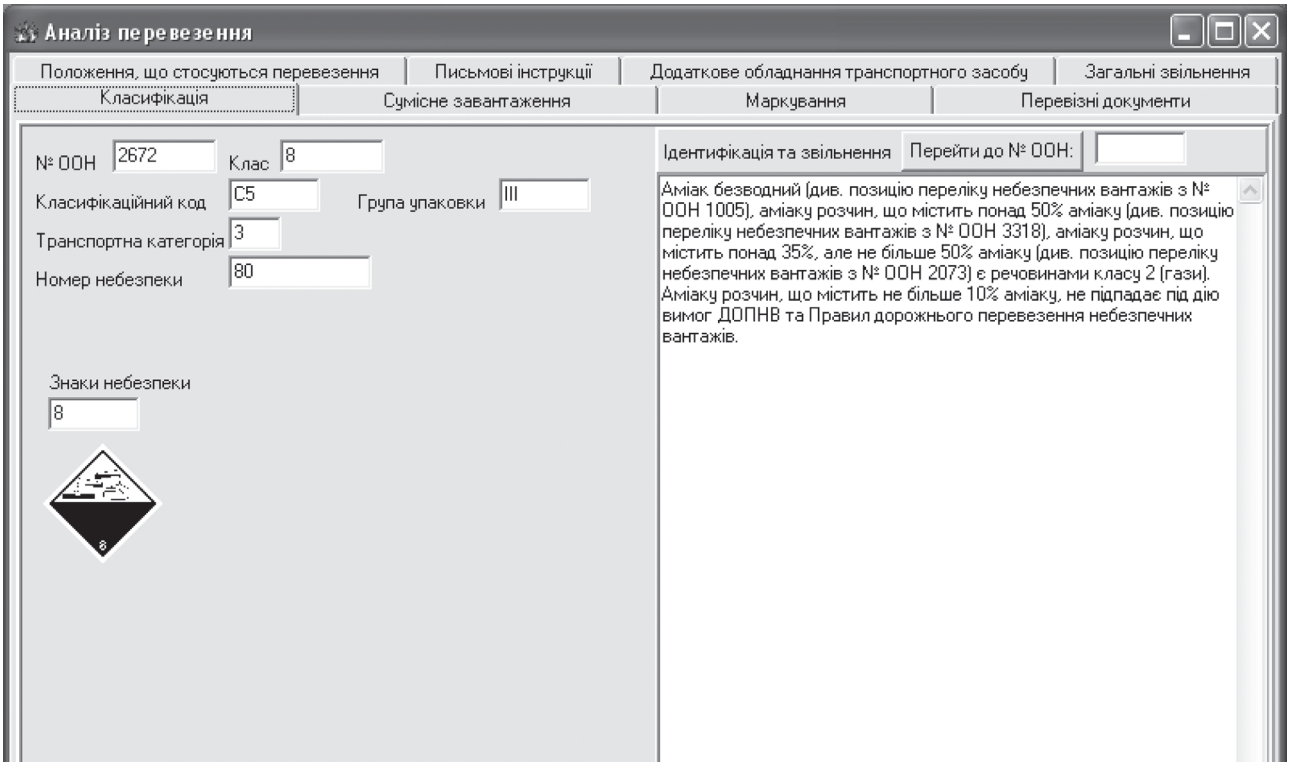


Рис. 2. Основные разделы программы

Выводы

Реализация определенных принципов позволила создать программный комплекс «Автоматизированное рабочее место организатора перевозки опасных грузов», которая позволяет обеспечивать качественный контроль за перевозкой опасных грузов автомобильным транспортом.

Перечень литературы

1. Якоб Нильсен. Web-дизайн: Удобство использования Web-сайтов. — Диалектика-Вильямс, 2007–368 с.

2. Закон Украины «О перевозке опасных грузов».

3. Закон Украины «О присоединении Украины к Европейскому соглашению о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)».

4. Правила дорожной перевозки опасных грузов, утвержденные приказом МВД Украины от 26.07.2004 № 822 (зарегистрированный в Минюсте 20.08.2004 за № 1040/9639).

5. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов. Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк и Женева, 2006 год (документ ECE/TRANS/185 (Vol. I)).

Анотація. *Визначено основні принципи програмного комплексу для проведення контролю за дорожнім перевезенням небезпечних вантажів.*

Abstract. *The main principles of program complex to carry out control of road haulage of dangerous goods are determined (in this arthicle).*

Стаття надійшла до редакції 24.05.2009 р.

УДК 621.433

ГУБАЧЕВА Л. А., д. т. н., профессор; АНДРЕЕВ А. А., к. т. н., доцент,
Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УГОЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматривается эффективное решение проблемы транспортно-энергетического комплекса угольного предприятия и города с помощью логистической системы на макро- и микроуровнях.

Введение

В послевоенные годы в СССР были продолжены работы по совершенствованию газогенераторных установок, работающих на твердом топливе. К их числу следует отнести углубленные исследование рабочего процесса газогенераторов и оценку конструктивных соотношений зон, термической подготовки топлива в установках прямого и двухзонного процесса, очистки газа, регулирования рабочей смеси, поступающей в двигатель, и другие.

Анализ последних публикаций

Длительное время исследования по газовым двигателям проводились в МВТУ им. Баумана и были связаны с разработкой нового в то время метода перевода дизеля на газообразное топливо с его воспламенением от сжатия и осуществлением одной из первых в СССР работ по переводу на генераторный газ четырехтактного дизеля с воспламенением газа от жидкого запального топлива, что впоследствии получило название газодизельного процесса [1].

Большая работа была проведена в ЦНИИ Министерства путей сообщения по созданию новых в мировой практике мощных газогенераторных тепловозов ТЭ-1 [1]. Этот тепловоз имел газодизель ДГ — 50 мощностью 1000 л. с. с газогенераторной установкой, работающей на антраците. Харьковский завод им. Малышева выпустил газогенераторный тепловоз мощностью 1000 л. с.

Опыт эксплуатации подобных тепловозов показал возможность объединения имеющихся решений для продолжения работ по совершенствованию мобильных тепло-газогенераторных установок, применение которых может быть полезным и для угольных предприятий, которые в последнее время не могут обеспечить дешевым топливом прилегающие к шахтам промышленные предприятия и город.

Цель статьи

Исследование возможности создания логистической системы энергетического комплекса угольного предприятия.

Постановка проблемы

В последнее время в связи с закрытием угольных шахт в условиях экономического кризиса в результате несогласованных действий органов местного самоуправления государство фактически отказалось от представления бывшим шахтерам, а ныне пенсионерам, бытовой уголь для отопления. В результате населения поселков при шахтах стало массово использовать для отопления, зачастую с несанкционированным отбором, электроэнергию из осветительных сетей, что приводит к резкому падению напряжения и нарушению работы шахтных электрических распределительных подстанций.

Известно, что в зимнее время при снижении объема грузоперевозок на железной дороге освобождается некоторое количество тепловозов с электрической передачей и синхронными генераторами переменного тока. Предлагается их использовать, как вариант, для решения социальной и энергетической проблем промышленного предприятия и города, путем создания мобильных теплоэнергопоездов в составе тепловоза и модуля — платформы с газогенератором и системами газоочистки для обеспечения тепловой энергией промышленных и бытовых объектов предприятия и города.

Кроме того, для получения дополнительной тепловой энергии отработавшие газы дизеля тепловоза могут быть направлены в котлы — утилизаторы, а генерируемая электроэнергия которого может быть передана в сеть для бытового обслуживания населения, в том числе и на отопление помещений. Чрезвычайно важным для повышения экономического уровня работы угольного предприятия может стать и использование в качестве топлива для газогенераторов штыба из шламовых накопителей — отстойников шахтных вод, что одновременно будет несколько снижать экологическую нагрузку на конкретной территории.

Исходя из вышеизложенного предлагается эффективное решение проблемы транспортно-энергетического комплекса угольного предприятия и города с помощью логистической системы на макро и микроуровнях. Схема энергосберегающего комплекса угольного предприятия и города представлена на рис. 1, работа которого заключается в следующем.

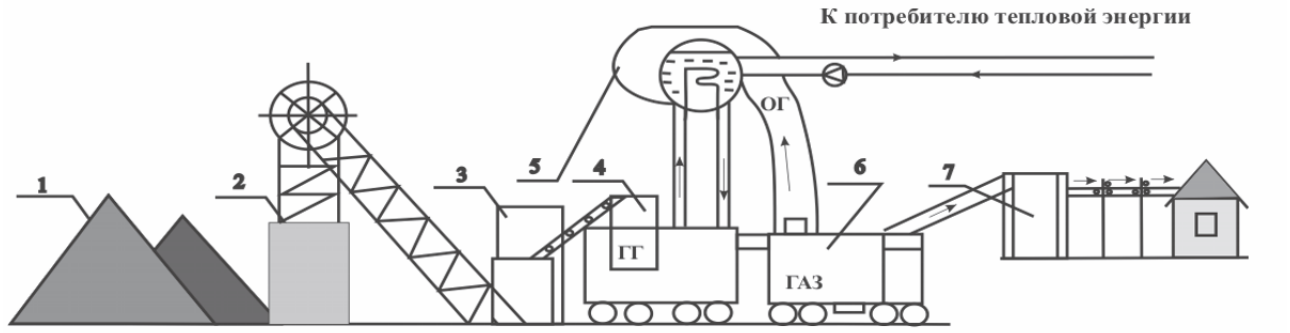


Рис. 1. Схема энергосберегающего комплекса угольного предприятия и города:
1 — шахта; 2 — обогатительная фабрика; 3 — бункер-накопитель угля (шлам); 4 — газогенератор и газоочиститель; 5 — котлы, теплообменники, охладители генераторного газа; 6 — тепловоз (теплоэнергетическая установка); 7 — электроподстанция

Основная часть

Уголь и штыб (шлам) накапливается в бункере-накопителе 3 после обогатительной фабрики 2 и шахты 1. С помощью питательных устройств (условно не указано) топливо подается в газогенератор 4, где после превращения в горючий газ и соответствующей очистки направляется в охладители 5 генераторного газа. Нагреваемая вода отправляется потребителю на про-

изводственные и бытовые нужды. После охлаждения горючий газ направляется в тепловоз 6 для работы дизель-генераторной установки. Вырабатываемая электроэнергия направляется на шахтную электроподстанцию 7 и затем потребителям. Одновременно отработавшие газы дизеля с температурой до +600 °С также направляются для утилизации теплоты в котлы 5.

Предварительные расчеты показывают, что если для тепловых электростанций, работающих на угле, КПД достигает 37%, (а потери тепловой энергии соответственно 63%), то по предлагаемой схеме на рис. 1, кпд может достигать 94% (КПД современных теплоэлектроцентралей не превышает 75%).

Немаловажно, что по данной логистической системе исключаются непроизводственные транспортные расходы на перевозку определенного количества топлива (угля) на электростанцию для производства электроэнергии, равной произведенной мобильным теплоэнергопоездом.

Необходимость создания энергосберегающего комплекса угольного предприятия и города обоснована еще и тем, что в условиях рыночных отношений прибыль, являясь основным финансовым показателем результатов работы предприятия, сама по себе не обеспечивает своевременность расчетов как с контрагентами хозяйственной деятельности, так и с бюджетом по налогам и сборам.

Преобладающей организационной формой предприятий в угольной промышленности региона являются открытые акционерные общества — государственные холдинговые компании. В их состав входят непосредственно угледобывающие шахты и подразделения, осуществляющие обогащение углей, их транспортировку и доставку потребителям, сбыт угольной продукции, оказание услуг по управлению. Все структурные подразделения холдинга являются юридическими лицами и плательщиками налогов. Угольная продукция добывающих предприятий холдинга проходит через цепочку обогатительных, транспортных, сбытовых организаций того же холдинга. Такое последовательное прохождение продукции до конечного потребителя приводит к возникновению в рамках одного холдинга двойного налогообложения как по налогу на прибыль, так и по налогу на добавленную стоимость, поскольку общее руководство осуществляет дирекция холдинга, имеющая право распоряжаться денежными средствами любого подразделения холдинга. Шахта, отгрузив добытый уголь сбытовой организации, начисляет валовые доходы и налоговые обязательства по НДС. Сбытовая организация по предоставленному углю имеет валовые расходы и налоговый кредит. Доставив уголь на тепловые станции, углесбыт начисляет валовые доходы и расходы уравновешиваются так же, как и расчеты по НДС. Однако, получив от потребителей денежные средства сбытовая организация не перечисляет их поставщику угля, а по решению руководства холдинга направляет на другую шахту, более нуждающуюся в наличных деньгах на текущий момент времени, создавая для нее авансовый платеж [2].

Для налогообложения поступление денег также влечет за собой валовые доходы и обязательства по НДС. Таким образом, из-за своеобразного распределения денежного потока предприятия холдинга на один и тот же оборот продукции начисляют и уплачивают налог дважды. Данная проблема очевидно решается путем управления денежным потоком.

Углесбыт рассчитывается с поставщиком угля, который предоставляет по решению холдинга возвратный заем шахте, нуждающейся в наличности. Заем не является объектом налогообложения, поэтому сокращается налоговый пресс на холдинг [2].

Не вдаваясь в подробности перераспределения прибылей между акционерными обществами внутри холдинга, можно с уверенностью констатировать, что при себестоимости добычи 1 т угля непосредственно угольной шахте в 180 грн. из которых 80% (144 грн) припадает на энергоносители (в частности, на покупную электроэнергию по среднему тарифу 0,54 грн. за 1кВтч, т. е. за 36 МДж или 0,15 грн/МДж), после прохождения через цепочку пяти логистических посредников для потребителя — тепловой электростанции, вырабатывающей энергию для угольной шахты, уже стоит 800 грн. При теплотворной способности условного топлива (каменного угля) 29,33 МДж/кг цена энергоносителя для ТЭС составит 0,0277 грн/МДж.

Особенностью существующих технологий ТЭС является их низкий КПД, приводящий к выбросу в окружающую среду не только в 2 раза большей загрязняющей тепловой энергии, но и «парникового» газа — диоксида углерода CO2. Даже при очень низком КПД ТЭС на уровне 35% для нее затраты на покупку угля для выработки 1 МДж электроэнергии составят 0,084 грн. С учетом калькуляции себестоимости собственные затраты на ТЭС не превысят 0,12 грн/МДж. Обязательный налог на добавленную стоимость и прибыль и дают уже известную цифру — 0,15 грн/МДж.

Простой анализ показывает, что по затратам 144 грн на энергоносители при добычи 1 т угля потребуется 267 кВт/ч электроэнергии (или 960 МДж). При этом на конденсационной тепловой электростанции, куда доставляется добытый уголь, непроизводительные потери тепла составят 1920 мДж. Для этого потребуется условного топлива 98 кг угля, т. е. примерно 10% от добытого количества.

Общеизвестно преимущество теплоэлектроцентралей по сравнению с конденсационными электростанциями, где до 40% энергии топлива удается в виде теплоты направить на задачи снабжения производственных и бытовых потребителей. Другими словами, при расположении теплоэлектроцентров непосредственно на угольной шахте при тех же производственных мощностях затраты на покупные энергоносители могут быть уменьшены на 20–30% при одновременном решении проблем с теплоснабжением городских инфраструктур, в том числе и жилья работников, непосредственно занятых на угольных предприятиях.

Выводы

1. С учетом имеющихся котельных, транспортных железных дорог, электроподстанций задача по совершенствованию газогенераторных установок может быть решена с помощью мобильных энергопоездов в составе тепловоза с электрогенератором переменного тока, адаптированного к электрическим сетям шахт и города по напряжению и частоте, и модулей с системами газогенерации и газоочистки, а также утилизации теплоты от генераторного газа и отработавшего газа дизеля тепловоза.

2. Использование такого энергопоезда в отопительный сезон обеспечивает ежесуточно генерирование 24 тыс. кВт/ч электроэнергии, а также до 60 тыс. кВт/ч тепловой энергии, что достаточно для отопления жилых помещений общей площадью до 75 тыс. м^2.

(Согласно действующим нормативам на Украине при централизованном теплоснабжении по периодам за это население должно ежемесячно платить теплогенерирующим организациям около 1 млрд. грн. (при работе на импортном природном газе).

3. Важную перспективу приобретает возможность использования мобильного теплоэнергопоезда и модуля по производству синтеза газа для бытовых нужд населения, а с учетом использования газокомпрессорной станции и батареи газовых баллонов — и для нужд промышленного и городского транспорта.

4. Предлагаемое техническое решение по сути может стать ядром независимого теплоэнергообеспечения целого мегаполиса в составе добывающих и перерабатывающих предприятий, жилой зоны, зоны отдыха, торговых и общественных центров.

Перечень литературы

1. Энергетические установки с газовыми поршневыми двигателями/Под ред. д. т. н., профессора Л.К. Коллерова. — Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1979. — 248 с.

2. Шапошников М.Ю. Учет денежных потоков в целях минимализации налогового давления на крупные холдинги угольной промышленности: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції [«Університет і регіон»], (м. Луганськ, 5–6 грудня 2001 р.)/Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2001. — С. 201.

Анотація. *У статті розглядається ефективне вирішення проблеми транспортно-енергетичного комплексу вугільного підприємства і міста за допомогою логістичної системи на макро- і мікрорівнях.*

Abstract. *In the article the effective decision of problem of transport-power complex of coal enterprise and city is examined by the logistic system on macro- and microlevels.*

Стаття надійшла до редакції 24.03.2009 р.

УДК 656.22

ЧЕРНЕЦЬКА Н. Б., д. т. н., професор; ВАРАКУТА Є. О., к. т. н., доцент; НЕЧАЙ Т. О., асистент,
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Луганськ

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ ЗА ПРИБУВАЮЧИМ ВАГОНОПОТОКОМ

У статті представлено теоретичні дослідження вагонопотоку, що прибуває на залізничну станцію. Запропоновано нову математично-технологічну модель аналізу і прогнозування вагонопотоків на рівні полігону дирекції перевезень.

Технічний прогрес на залізничному транспорті України нерозривно пов'язаний з вирішенням проблем підвищення ефективності використання вантажного вагонного парку і вдосконалення управління вагонопотоками. Одним із головних завдань, передбачених у програмі реструктуризації Укрзалізниці, є розвиток тих, що існують, і розробка нових наукоємних інформаційних технологій управління вагонопотоками. Про актуальність проблеми створення на рівні полігону дирекції перевезень систем управління вагонопотоками, які дозволяють на основі апріорної і поточної інформації виробляти оптимальні рішення в реальному масштабі часу, свідчать багаточисельні дослідження в Україні і за кордоном. Підвищення якості обслуговування вантажовідправників і скорочення експлуатаційних витрат, значною мірою може бути реалізовано шляхом вдосконалення й застосування інформаційних технологій аналізу і прогнозування вагонопотоків. Для подальшого вдосконалення організації перевізного процесу на залізницях України необхідна розробка сукупності математично-технологічних моделей і відповідних методів їх реалізації, що забезпечують оптимальне оперативне управління вагонопотоками на полігоні дирекції перевезень.

Складність прогнозування точного числа вагонів, що поступають на станцію, пов'язана з їх добовою і внутрішньодобовою нерівномірністю [7, 8]. Уточнена кількість вагонів, оброблених на станції, дозволяє ефективно організувати роботу навантажувально-розвантажувальних машин, сортувальних, маневрових, ремонтних пристроїв. Внаслідок більш грамотного планування роботи станції в різні періоди часу можна знизити витрати, пов'язані з позаплановим надходженням вагонів, витрати на простій вагонів в очікуванні операцій, а також ефективніше використовувати вагонний і локомотивний парки.

Застосування статистичних розрахунків дозволяє вирішити такі задачі, як планування маневрової роботи, ремонт вагонного і локомотивного парків на станціях, розподіл персоналу по змінах на підставі навантаження [4, 5]. При статистичному аналізі доцільно застосовувати коефіцієнт нерівномірності вагонопотоку [3]. Внаслідок того, що на залізничному транспорті використовується система визначення величини вагонопотоку, що поступають на станцію і яка добре зарекомендувала себе і підтвердила свою ефективність, вона приймається як базова, а на її основі визначаються специфічні параметри нерівномірності вагонів, що поступають на конкретну станцію.

Методика визначення коефіцієнта нерівномірності надходження вагонів [3] базується на математичному апараті теорії ймовірності і математичної статистики. Вихідними поняттями математичної статистики служать поняття генеральної сукупності і випадкової вибірки з цієї сукупності [1, 2, 6].

Отримання обґрунтованих висновків про властивості генеральної сукупності за даними властивостями вибірки є завданням аналізу генеральної сукупності. Опис і систематизацію вибірки зручно проводити за допомогою розподілу вибірки $N_1, N_2, ..., N_K$, яка є розподілом вірогідностей допоміжної дискретної випадкової величини N^*, що приймає значення $N_1, N_2, ..., N_K$, яка складає вибірку, при чому кожне з цих значень приймається з однаковою вірогідністю. На практиці має розповсюдження графічне представлення вибірки, відоме під назвою гістограми вибірки. Заздалегідь вибірка піддається угрупуванню. Для цього весь інтервал числової осі, в який потрапляють значення вибірки, поділяють на частини. До числових характеристик належать середнє значення, дисперсія, моменти різних порядків і т. ін. Класичне середнє значення вибірки [1] визначається як математичне очікування величини $N_к$.

$$M = \frac{1}{m}\sum_{к=1}^{m} N_к \,, \tag{1}$$

де m — кількість значень у вибірці.

Дисперсією вибірки, для якої приймемо позначення σ2, буде дисперсія величини Nк

$$\sigma^2 = \frac{1}{m}\sum_{к=1}^{m} (\overline{N}_к - M)^2 \,, \tag{2}$$

де $\overline{N}_K$ — середнє значення між найменшим і найбільшим числом в даних інтервалах вибірки.

Застосовуючи дану методику для обчислення коефіцієнта нерівномірності надходження вагонопотоків до станції [2] скористаємося обчисленням числових характеристик за перетвореними формулами під даний конкретний випадок [4].

Побудуємо варіаційну лаву значень досліджуваної випадкової величини (розміри добового прибуття вагонів за інтервалами часу), вибраних за аналізований період (місяць), використовуючи таблицю 1.

Візьмемо вибірку $N_1, N_2, ..., N_K$ з числа вагонів, що прибувають на станцію в певний день у відповідний інтервал часу.

При цьому визначимо інтервал угрупування за формулою

$$I_{гр} = \frac{N_{K\max} - N_{K\min}}{1 + 3{,}322 \cdot \lg(m)} \,, \tag{3}$$

де N_{Kmax}, N_{Kmin} — максимальне і мінімальне значення добового прибуття за аналізований період.

Згруповані значення досліджуваної величини заносимо до табл. 2 (стовпець1).

Далі знайдемо $\overline{N}_K$ — середнє значення N_K по кожній лаві за формулою

$$\overline{N}_K = \frac{N_{j'} + N_{j''}}{2} \,, \tag{4}$$

де $N_{j'}$, $N_{j''}$ — відповідно найменше і найбільше число в даному інтервалі.

Частота появи N_K у вибірці nк [6] визначається по числу значень, що потрапили в даний інтервал. При чому, сума в 3 стовпці повинна дорівнювати числу вибірки $\sum n_к = m$.

У 4 стовпці знаходимо вірогідність рк частоти появи значень у даний період

$$p_K = \frac{n_к}{m}. \tag{5}$$

Таблиця 1

Прибуття вагонів на станцію А

Інтервали часу, год.	Дні місяця														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17–20	99	57	–	98	–	–	–	100	100	–	–	57	58	–	–
20–23	55	55	–	–	–	99	–	57	57	–	–	–	–	–	–
23–02	58	–	–	–	–	100	100	100	–	–	–	100	–	–	100
02–05	159	163	160	–	100	100	–	100	–	59	–	59	–	100	100
05–08	–	159	57	155	–	–	60	58	99	100	100	100	99	100	99
08–11	100	57	57	100	100	100	100	100	99	57	199	100	58	200	56
11–14	100	199	100	99	57	–	145	–	99	–	61	61	60	162	155
14–17	100	57	199	100	199	324	200	257	57	308	518	260	359	273	417
Усього	671	747	573	552	456	723	605	772	511	524	878	737	634	799	927
Інтервали часу, год.	Дні місяця														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
17–20	118	98	–	98	–	100	–	100	–	100	–	–	57	–	–
20–23	–	–	–	–	99	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100
23–02	100	–	–	–	–	100	–	58	100	–	100	–	64	98	100
02–05	–	100	99	150	100	100	–	57	100	–	100	99	99	–	–
05–08	90	–	–	100	–	–	–	69	–	–	100	–	59	100	–
08–11	100	100	90	161	–	99	–	–	–	58	–	–	–	100	99
11–14	48	201	58	57	58	–	115	160	–	–	100	–	158	–	100
14–17	101	156	257	297	99	198	234	100	199	156	349	395	200	259	257
Усього	557	655	504	863	356	597	349	544	399	314	749	494	637	557	656

Математичне очікування *M* знаходимо за формулою

$$M = \overline{N}_K \cdot p_K \tag{6}$$

і заносимо набутих значень до 5 стовпця табл. 2.

Дисперсію знаходимо за формулою

$$\sigma^2 = \left(\overline{N}_K - M_N\right)^2 p_K, \tag{7}$$

де M_N — сума по стовпцю 5 математичного очікування, $M_N = \sum M$. При чому середнє квадратичне відхилення знаходитиметься як корінь квадратний з дисперсії — σ^2.

Коефіцієнт нерівномірності знаходиться за формулою

$$K_н = 1 + v\,, \tag{8}$$

де V — коефіцієнт варіації потоку, що характеризує розкид випадкової величини

$$V = \frac{\sqrt{\sum \sigma^2}}{M_{N_K}}\,. \tag{9}$$

Виберемо з отриманих 30 вибірок для кожного з днів місяця декілька, наприклад 4, 5, 9 і 22 день, занесемо їх до таблиці 2 і проведемо аналіз.

Таблиця 2

Розрахунок статистичних характеристик для станції А за днями

Число вагонів за добу	Середнє значення	Частота появи	Вірогідність	Математичне очікування	Дисперсія
1	2	3	4	5	6
4 день					
0–39	19,5	3	0,37	7	1140
40–79	59,5	0	0	0	0,00
80–119	99,5	4	0,50	50	312,5
120–159	139,5	1	0,13	18	528,2
Σ		8	1	75	1980
$I_{гр}=39;\ v=0,60;\ K_н=1,60$					
5 день					
0–50	25	4	0,50	13	731,5
51–101	76	3	0,38	29	60,96
102–152	127	0	0	0	0,00
153–203	178	1	0,12	22	1650
Σ		8	1	63	2440
$I_{гр}=50;\ v=0,78;\ K_н=1,78$					
9 день					
0–25	12,5	2	0,25	3	676,0
26–51	38,5	0	0	0	0,00
52–77	64,5	2	0,25	16	0,00
78–103	90,5	4	0,50	45	338,0
Σ		8	1	65	1010
$I_{гр}=25;\ v=0,49;\ K_н=1,49$					
22 день					
0–58	29	6	0,75	22	1020
59–117	88	0	0	0	0,00
118–176	147	1	0,12	18	822,7
177–235	206	1	0,13	26	2450
Σ		8	1	66	4310
$I^{гр} = 58;\ v = 1,00;\ K_н = 2,00$					

Аналогічні обчислення для розподілу вагонів за періодами доби представлені в табл. 3

Таблиця 3

Розрахунок статистичних характеристик для станції А за періодами доби

Число вагонів за добу	Середнє значення	Частота появи	Вірогідність	Математичне очікування	Дисперсія	Коефіцієнт нерівномірності
17–20 годин						
0–20	10	16	0,53	5	627,5	1,89
21–41	31	0	0	0	0,00	
42–62	52	4	0,14	7	7,91	
63–83	73	0	0	0	0,00	
84–104	94	9	0,30	28	741,0	
105–125	115	1	0,03	4	166,6	
Σ		30	1	44	1 540	
02–05 годин						
0–28	14	10	0,33	5	1 280	1,66
29–57	43	1	0,03	1	36,01	
58–86	72	2	0,07	5	1,00	
87–115	101	13	0,43	44	273,7	
116–144	130	0	0	0	0,00	
145–173	159	4	0,14	21	921,5	
Σ		30	1	76	2 510	
08–11 годин						
0–34	17	7	0,23	4	731,7	1,63
35–69	52	6	0,20	10	88,20	
70–104	87	14	0,47	41	91,47	
105–139	122	0	0	0	0,00	
140–174	157	1	0,03	5	235,2	
175–209	192	2	0,07	13	944,1	
Σ		30	1	73	2 090	
14–17 годин						
57–135	96	7	0,23	22	4 050	1,47
136–214	175	8	0,27	47	739,7	
215–293	254	7	0,23	59	161,8	
294–372	333	5	0,17	56	1 850	
373–451	412	2	0,07	27	22 670	
452–530	491	1	0,03	16	2 310	
Σ		30	1	228	11 370	

Таким чином, ми змогли побудувати діаграму розподілу вагонів (М) за годинами і за днями (рис. 1, 2).

Проаналізувавши діаграму (див. рис. 1), можна зробити висновок, що максимальне надходження вагонів доводиться на інтервал часу — з 14 до 17 години щодня в місяці. Оскільки на залізничному транспорті робота проводиться позмінно (перша зміна працює з 5 до 17 години,

а друга з 17 до 5 години) [8], звідси витікає висновок, що більший обсяг робіт припадає першій зміні. В цьому випадку треба вчинити наступним чином: або збільшити число бригад вдень, а відповідно зменшити число тих, що працюють вночі, або зробити гнучкий графік роботи. Можна також перенести на нічний період доби плановий ремонт вагонів або проводити маневрові операції, оскільки вільних колій і незайнятих горловин вночі більше [9].

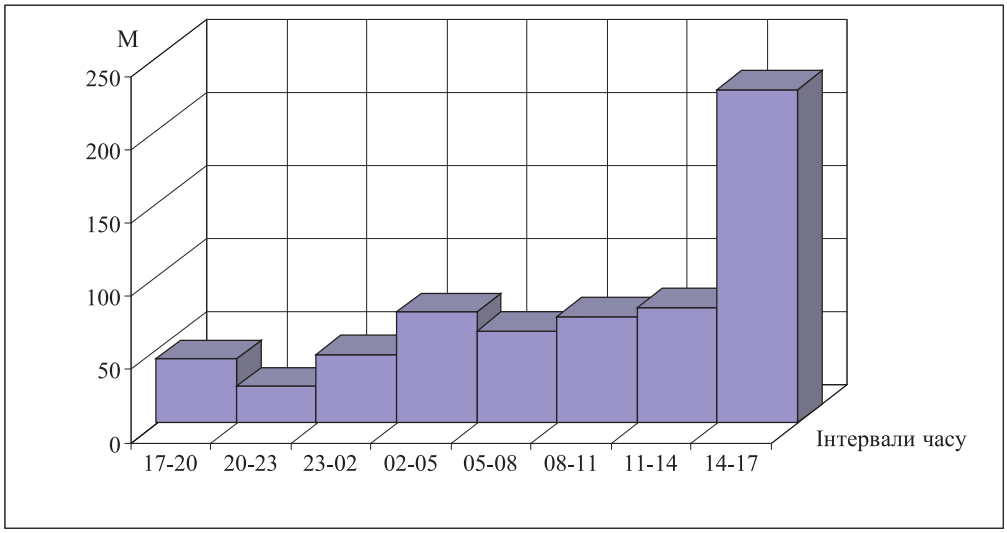


Рис. 1. Діаграма розподілу прибуваючих вагонів до станції за інтервалами часу місяця

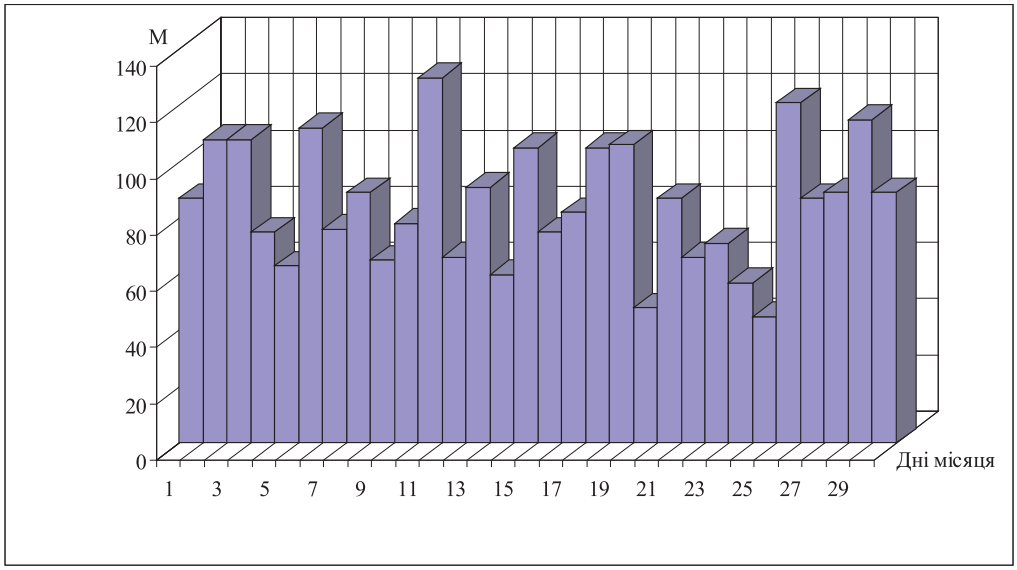


Рис. 2. Діаграма розподілу прибуваючих вагонів до станції за днями місяця

Проаналізувавши діаграму розподілу (рис. 2) і знаючи специфіку розподілу вагонопотоків на залізничному транспорті [5] можна зробити висновок, що функція розподілу підкоряється нормальному закону розподілу. Це дозволяє скористатися вирівнюванням функції розподілу за допомогою нормального розподілу і побудувати графіки функції розподілу для кожного дня місяця, які слід піддавати аналізу.

Запропоновані в роботі нові математично-технологічні моделі аналізу і прогнозування вагонопотоків на рівні полігону дирекції перевезень дозволяють отримати вірогідність надходження конкретної кількості вагонів у певний момент часу і на цій підставі розробляти план оперативного управління роботою станції в планований період.

Список літератури

1. Жевержеев В.Ф. Специальный курс высшей математики для втузов/Жевержеев В.Ф., Кальницкий Л.А., Сапогов Н.А. — М.: Высшая школа, 1970. — 416 с.

2. Справочник по математике для инженеров и научных работников/Г. Корн, Т. Корн. — М.: Наука, 1978. — 832 с.

3. Сборник правил перевозок и тарифов железнодорожного транспорта Союза ССР № 306. — М.: Транспорт, 1985. — 56 с.

4. Основы эксплуатационной работы железных дорог: [учеб. пособие для студентов проф.-техн. образования]/В.А. Кудрявцев, В.И. Ковалев, А.П. Кузнецов и др. — М.: Академия, 2005. — 352 с.

5. Общий курс железных дорог: [учеб. пособие для студентов проф.-техн. образования]/Ю.И. Ефименко, М.М. Уздин, В.И. Ковалев и др. — М.: Академия, 2005. — 256 с.

6. Хальд А.. Математическая статистика с техническими приложениями. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1956. — 664 с.

7. Перевозка грузов по железным дорогам: [Справочник]/ред. Н.А. Гундобина. — М.: Транспорт, 1978. — 456 с.

8. Кочнев Ф.П. Организация движения на железнодорожном транспорте/Кочнев Ф.П., Акулиничев В.М., Макарочкин А.И. — М.: Транспорт, 1984. — 296 с.

9. Гридюшко В.И. и др. Экономика, организация и планирование вагонного хозяйства. — М.: Транспорт, 1980. — 279 с.

Аннотация. *В статье представлено теоретические исследования прибывающего вагонопотока на железнодорожную станцию. Предложена новая математико-технологическая модель анализа и прогнозирования вагонопотока на уровне полигона дирекции перевозок.*

Abstract. *In the article theoretical researches of the arriving throughflow of carriages on a railhead are introduced The new is offered mathematical technological model of analysis and prognostication of throughflow of carriages at the level of ground of management of transportations.*

Стаття надійшла до редакції 27.05.2009 р.

УДК 625.76

БАЗОВА І. В., асистент, Донецький інститут автомобільного транспорту; МАСТЕПАН А. М., асистент, Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Горлівка

ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В МІСЦЯХ КОНТАКТУ ШИН З ДОРОЖНІМ ПОКРИТТЯМ

У роботі вивчається вплив у зоні контакту тепла на опір ковзанню мокрих і заледенілих покриттів, а також на покриття, вражене воднокислотним середовищем у різні пори року, що супроводжується зниженням коефіцієнту зчеплення.

Постановка проблеми

В практиці дорожньо — експлуатаційної служби встановлено, що підвищення температури водно — емульсійного середовища на 1 °С супроводжується зниженням коефіцієнта зчеплення на 0, 013…0,014 через прояв «мильного ефекту» на поверхні шару зносу, що утворюється

від викидів сірки, азоту та вуглецю в суміші з водою та придорожнім теплом. Тому методи поліпшення експлуатаційного стану, є важливою технічною проблемою дорожньої галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблема зміни температурного поля в місцях контакту шини автомобіля з дорожнім покриттям супроводжується зниженням коефіцієнту зчеплення через прояву, що приводе до збільшення гальмівного шляху та дорожньо — транспортних пригод [1–3]. В той же час в їх працях не зазначався вплив «мильного ефекту», який різко впливає на стан верхніх шарів дорожнього одягу.

Мета статті

Полягає в розробці основних напрямків, які сприяють збільшенню ефекту безпеки руху при русі транспорту, в умовах знижених температур повітря та появи на поверхні шару абразивної корки.

Основний розділ

Повна кількість тепла Σg, що передається шинами дорожньому покриттю за час контакту з урахуванням його охолодження, можна визначити з формули:

$$\sum g = -\lambda \frac{t_n - t_ш}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{w}{a}} \int_0^{\pi} \cos wTa\phi = \lambda \frac{t_n - t_ш}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{w}{a}} \qquad (1)$$

де λ — коефіцієнт теплопровідності; α- коефіцієнт температуропроводності, Вт/см²К; $t_ш$ — температура бігової доріжки шини в зоні контакту, °С; t_n - температура поверхні покриття (практично дорівнює температурі повітря, °С); w — частота циклів передачі тепла (залежить від інтенсивності руху), сек.; Т — час контакту, сек.

Тепло, яке виділяється в зоні контакту, впливає на опір ковзанню мокрих і зледенілих покриттів, а також на покриття, уражене водно — кислим середовищем. Вплив цього середовища на покриття залежить від температури. Чим нижче температура, тим більше в'язкість середовища і вище коефіцієнт тертя.

Експериментами встановлено, що підвищення температури водно — емульсійного середовища на 1 °С супроводжується зниженням коефіцієнта зчеплення на 0,013…0,014 через прояв «мильного ефекту» на поверхні шару зносу. При температурі нижче нуля водно — емульсійний шар починає промерзати, у перші 30–40 хв. через видалення морозом вологого середовища і появи на поверхні шару абразивної кірки, дія якої знижується після безупинного впливу 7…9 тис. коліс автотранспорту на покриття. З його порушенням сили тертя поступово знижуються, вигладжується поверхня шару й абразив перетворюється в інертний пил, що сприяє зниженню зчіпних якостей покриття.

Коли з водно — емульсійного шару залишається тонка плівка води (льоду) сили тертя будуть мінімальними — покриття найбільш небезпечне і вимагає зниження швидкостей руху усього виду транспорту і проходження гусеничних машин для часткового руйнування крижаного шару.

Поява на покритті «чистих місць», а також контактних вершин дасть можливість протекторам з мінімальним пробуксуванням збільшувати швидкість руху на даних ділянках.

Іноді цей ефект буває обманним, що може викликати збільшення частоти дорожньо-транспортних пригод.

По Д.Ф. Морре, зниження температури поступово збільшує в'язкість плівкової води і тим самим збільшує напругу зрушення

$$\sigma_{сдв} = \frac{\mu v}{h} \tag{2}$$

де μ — в'язкість водно — емульсійного середовища; v — швидкість ковзання; h — товщина шару води на кристалах льоду.

При цьому зростає на якийсь час сила тертя:

$$F = \sigma_{сдв} S_{ф} = S_{ф} \frac{\mu v}{h} \tag{3}$$

де $S_{ф}$ — фактична площа контакту.

З отриманого вираження випливає, що збільшення швидкості руху приводить до деякого збільшення сили тертя в початковий момент часу при проході перших автомобілів. В'язкість водно — кислотної емульсії залежить насамперед від концентрації окислів і часу застою стічних вод. При цьому можливі значні коливання сил тертя при зміні вищевказаних факторів.

Підвищення швидкості, руху, хоч і супроводжується збільшенням температури бігової доріжки шин, сприяє зменшенню кількості тепла, переданого водно кислотному середовищу (рис. 1).

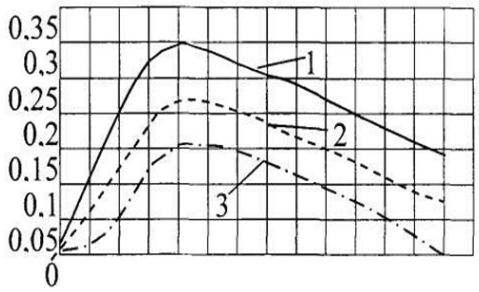


Рис. 1. Вплив швидкості руху на величину коефіцієнта зчеплення на забруднених ділянках вулиць і доріг:

1 — зчеплення через 5–6 годин руху транспорту; 2 — зчеплення при перших проходах автомобілів

На гладких і макрошорсткуватих покриттях навантаження на колеса забезпечує різний тиск на опорну поверхню. На макрошорсткуватих покриттях відбувається концентрація напруг на виступах кам'яних часток.

На крупношорсткуваті поверхні сприйняття вертикального навантаження відбувається через нерівності макрошорсткуватості. У результаті зменшення фактичної площі контакту питоме навантаження на виступ макрошорсткості різко зростає.

Промерзання вологого шару покриття охоплює собою цілу групу явищ особливо важливих для структурного стану шару зносу. Для цих цілей досить відзначити наступні чотири сторони цього процесу:

1) відбувається зміна агрегатного стану чи хімічної природи тіла, ще заповнює поле;

2) при цьому з'являється схована теплота;

3) у поле перетворення фізичні контакти речовин λ, С та γ стрибкоподібне змінюють свої значення;

4) зовсім відсутні конвективні потоки.

Волога поверхня в початковий момент часу у всіх своїх точках має температуру Т°.

Починаючи з визначеного моменту часу, на поверхні шару завжди підтримується постійна температура Т, промерзання шару відбувається при температурі T^0. Для замерзання однієї

вагової одиниці шару необхідна кількість тепла, рівна Q_0. На рис. 2 відстань від поверхні дається координатою X. Інша вісь дає температуру T^a.

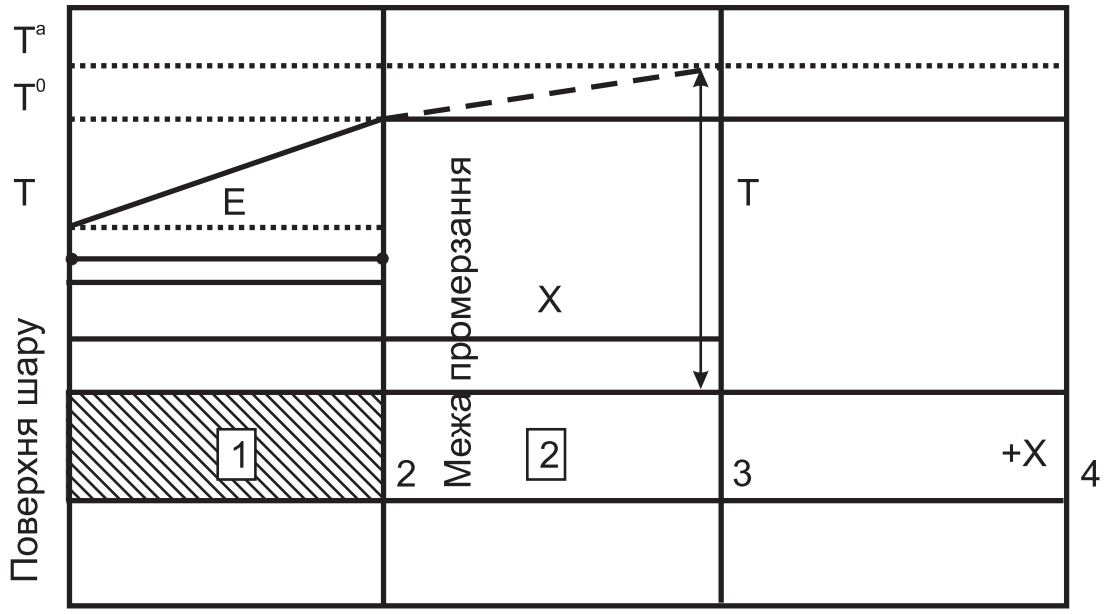


Рис. 2. Промерзання вологого шару покриття: поточна координата по осі (моментальна границя промерзання):
1 — промерзлий шар покриття; 2 — непромерзлий шар покриття

Диференціальне рівняння:
в промерзлій частині, оскільки для $X < \xi$

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = a_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial X^2} \tag{4}$$

– в непромерзлій частині, оскільки для $X > \xi$

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = a_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial X^2} \tag{5}$$

– початкова умова для $t = 0$

$$T_2 = const = T^{"} \tag{6}$$

Крайні умови на поверхні (для $X = 0$ і $t \geq 0$):

$$T_1 = T^{"} \tag{7}$$

на дуже великій глибині (для $X = \infty$ і $t \geq 0$):

$$T_2 = T^{"} \tag{8}$$

на межі промерзання (для $X = \xi$ і $t \geq 0$):

$$T_1 = T_2 = T_0 = \text{const} \tag{9}$$

Процес промерзання:

якщо за час dt межа промерзання пересунулась на відрізок dξ, то маса промерзань землі за цей час займає обсяг F dξ, де F — розглянута ділянка межі промерзання. При цьому процесі звільняється кількість тепла, рівна $Q_0\gamma Fd\xi$. Це тепло, разом з теплом із ще не промерзлого ґрунту, повинне бути відведене через промерзлу частину, отже, ми маємо таке рівняння:

$$-\lambda_1\left(\frac{\partial T}{\partial X}\right)_{\varepsilon-0} Fdt = -Q_0\gamma_2 Fd\varepsilon - \lambda_2\left(\frac{\partial T}{\partial X}\right)_{\varepsilon+0} F\partial t \text{ або}$$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{Q_0\lambda_2}\left[\lambda_1\cdot\left(\frac{\partial T}{\partial X}\right)_{\varepsilon-0} - \lambda_2\cdot\left(\frac{\partial T}{\partial X}\right)_{\varepsilon+0}\right] \tag{10}$$

Ці шість умов однозначно визначають температурну функцію. Якщо C_1, $Д_1$, C_2, $Д_2$ — чотири довільних константи, то тоді:

$$T_1 = C_1 + Д_1 G\left(\frac{X}{\sqrt{4a_1 t}}\right) \tag{11}$$

являється частинним рішенням рівняння (4), а:

$$T_2 = C_2 + Д_2 G\left(\frac{X}{\sqrt{4a_2 t}}\right) \tag{12}$$

являється частинним рішенням рівняння (5). Так як G (0) = 0 і G (∞) = 1, то крайові умови (7) і (8) необхідно, щоб $C_1 = T''$, а $C_2 = T'' - Д_2$ Наші приватні рішення мають тепер такий вид:

$$T_1 = T'' + Д_1 G\left(\frac{X}{\sqrt{4a_1 t}}\right) \tag{13}$$

$$T_2 = T'' - Д_2\left(1 - G\left(\frac{X}{\sqrt{4a_2 t}}\right)\right) \tag{14}$$

Умова (6) також задоволена, тому що рівняння (14) для t = 0 дає $T_2 = T''$. Остання умова, яку треба задовольнити, це умова (9). Вона стосується значення температури на межі промерзання. Для l = ε рівняння (13) і (14) дають

$$T'' + Д_1 G\left(\frac{\varepsilon}{\sqrt{4a_1 t}}\right) = T'' - Д_2\left[1 - G\left(\frac{\varepsilon}{\sqrt{4a_2 t}}\right)\right] = T_0 \tag{15}$$

Тому що $Д_1$ і $Д_2$ — константі, то це подвійне рівняння може бути вірним для будь — якого t, якщо гаусовський інтеграл помилок має постійне значення. Але це можливо тільки в тому випадку, якщо аргумент функції G має постійне значення, т. я. ε пропорційна $\sqrt{t}$. Якщо q — фактор пропорційності, то

$$\varepsilon = q\sqrt{t} \tag{16}$$

Диференціювання цього рівняння по t дає швидкість поширення межі промерзання:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{a}{\sqrt{4t}} \tag{17}$$

Отже, спочатку швидкість поширення межі промерзання дуже велика, а потім швидко зменшується. Далі з подвійного рівняння одержуємо:

$$Д_1 = \frac{T_0 - T^{"}}{G\left(\frac{\varepsilon}{\sqrt{4a_1 t}}\right)} \tag{18}$$

і $$Д_2 = \frac{T^{"} - T_0}{1 - G\left(\frac{\varepsilon}{\sqrt{4a_2 t}}\right)}. \tag{19}$$

Якщо взяти до уваги обидва значення і рівняння (17), то частинні значення рішення (13) і (14) приймають таку форму

$$T_1 = T^{"} + \left(T_0 - T^{"}\right)\frac{G\left[\frac{X}{\sqrt{4a_1 t}}\right]}{G\left[\frac{q}{\sqrt{4a_1}}\right]} \tag{20}$$

$$T_2 = T^{"} + \left(T^{"} - T_0\right)\frac{1 - G\left[\frac{X}{\sqrt{4a_2 t}}\right]}{1 - G\left[\frac{q}{\sqrt{4a_2}}\right]} \tag{21}$$

Для визначення останнього невідомого q скористуємося умовою (10).
Маємо:

$$\frac{\partial T_1}{\partial X} = \frac{T_0 - T^{"}}{G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_1}}\right)} \cdot \frac{l^{-\frac{x^2}{4a_1 t}}}{\sqrt{\pi a_1 t}} \tag{22}$$

$$\left(\frac{\partial T_1}{\partial X}\right)_{x=\varepsilon-0} = \frac{T_0 - T^{"}}{G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_1}}\right)} \cdot \frac{l^{-\frac{q}{4a_1}}}{\sqrt{\pi a_1 t}} \tag{23}$$

$$\left(\frac{\partial T_2}{\partial X}\right)_{x=\varepsilon+0} = \frac{-\left(T^{"} - T_0\right)}{1 - G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_2}}\right)} \cdot \frac{l^{-\frac{q}{4a_2}}}{\sqrt{\pi a_2 t}} \tag{24}$$

Підставляючи ці похідні в рівняння (10) одержуємо:

$$Q_0\gamma_2 \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{\lambda_1}{\sqrt{\pi a_1 t}} \cdot \left(T_0 - T^{"}\right) \cdot \frac{l^{\frac{q}{4a_1}}}{G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_1}}\right)} + \frac{\lambda_2}{\sqrt{\pi a_2 t}}\left(T^{"} - T_0\right) \cdot \frac{l^{-\frac{q^2}{4a_2}}}{1 - G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_2}}\right)} \tag{25}$$

Застосовуючи тепер до цього рівня (21) і вводячи в нього $b = \sqrt{\lambda \cdot C}$ одержуємо:

$$Q_0\gamma_2 \frac{\sqrt{\pi}}{2} q = b_1 \cdot \left(T_0 - T^{"}\right) \cdot \frac{l^{\frac{q}{4a_1}}}{G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_1}}\right)} + b_2\left(T^{"} - T_0\right) \cdot \frac{l^{-\frac{q^2}{4a_2}}}{1 - G\left(\frac{q}{\sqrt{4a_2}}\right)} \tag{26}$$

Це вираження є трансцендентним рівнянням з невідомим q.

Його найкраще вирішувати графічним шляхом. Для цього напишемо його в такій формі: const q = функція (q) Ліва сторона представляє пряму, що проходить через початок координатної системи. Права сторона дає трансцендентну криву. Ці крива і пряма завжди перетинаються, але тільки в одній точці. Отже, рівняння (26) завжди має один корінь. Позначимо корінь через q_0. Якщо вставити цей корінь в рівняння (16), то одержимо вираження для положення границі промерзання в будь-який момент часу. Уставляючи до рівняння (20) і (21), одержимо рівняння температурного поля.

Список літератури

1. Астров В.А. Сцепление колес автомобиля с покрытием дороги и безопасность движения.— Исследование транспорно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог: Труды СоюздорНИИ, вып. 22, 1980.— с. 88–135.

2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения.— М.: Транспорт, 1982.— 288 с.

3. Васильєв А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях — М.: Транспорт, 1986.— 224 с.

Аннотация. *В работе изучается влияние в зоне контакта тепла на сопротивление скольжению мокрых и заледенелых покрытий, а также на покрытие, пораженное воднокислотной средой в разное время года, что сопровождается снижением коэффициента сцепления.*

Abstract. *Influence is in-process studied in the area of contact of heat on resistance sliding of wet and covered with ice coverages and also on coverage, staggered a environment at different times years, that is accompanied the decline of coefficient of rolling friction.*

Стаття надійшла до редакції 25.11.2008 р.

УДК 629.113

ВЕРБИЦКИЙ В. Г., д. ф.-м. н., профессор; МИСЬКО Е. М., студент,
Донецкий институт автомобильного траспорта

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК ПО ОСЯМ НА КРИТИЧЕСКУЮ СКОРОСТЬ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Рассмотрена задача определения критической скорости прямолинейного движения двухосного экипажа в зависимости от положения центра масс и перераспределения нагрузок по осям, связанного с аэродинамическим сопротивлением движению. Получена эмпирическая зависимость, уточняющая значение критической скорости прямолинейного движения в случае учета аэродинамического эффекта.

Введение

«…неустойчивость одиночного автомобиля, приводящая к так называемым движениям «рысканья» — неуправляемым или плохо управляемым поворотам автомобиля в горизонтальной плоскости. Именно этот вид неустойчивости определяет качество поведения автомобиля в сравнительно «хороших» условиях, то есть при движении по ровной дороге со скоростью, которая наиболее часто встречается в эксплуатации. Именно с этим видом устойчивости связаны понятия: «автомобиль хорошо держит дорогу», «автомобиль приятен в управлении» и т. п…» [1]. Такого рода неустойчивость связана с понятием критическая скорость прямолинейного движения, автомобиль в этом случае обладает свойством избыточной поворачиваемости. Аналитическое выражение критической скорости прямолинейного движения для «велосипедной» модели двухосного экипажа было получено И. Рокаром [3]. На основании линейной гипотезы увода, предложенной И. Рокаром, в дальнейшем были получены оценки критической скорости прямолинейного движения для уточненных моделей автомобилей и автопоездов [4].

Постановка задачи

При качении автомобильной шины под некоторым углом к своей плоскости симметрии (за счет упругих свойств пневматики пятно контакта может «разворачиваться» относительно вертикальной оси и смещаться в поперечном направлении) в пятне контакта возникают поперечная реакция со стороны опорной поверхности и пяточный момент. Величина пяточного момента на порядок меньше боковой силы (силы увода), вследствие чего им пренебрегают при анализе устойчивости всего экипажа.

Силы увода при малых углах увода являются линейными функциями последних, коэффициент пропорциональности называется коэффициентом сопротивления увода. При больших углах увода (порядка 100) зависимость силы увода имеет характер функции насыщения — стремится к предельно возможной силе сцепления в боковом направлении. Полученные в экспериментальных исследованиях [5] характеристики бокового увода указывают на существенно нелинейную зависимость как коэффициента сопротивления бокового увода, так и предельно возможной силы сцепления от величины вертикальной нагрузки, приходящейся на колесо. Определение аналитических зависимостей, учитывающих фактор вертикальной нагрузки, позволит более точно исследовать динамические качества экипажа при изменении вертикальных нагрузок по осям, в частности, уточнить значение критической скорости.

Основная часть

1. Обработка экспериментальных данных, представленных в демо-версии пакета ArcSim [5]. Аппроксимация боковой силы как функции угла увода при различных вертикальных нагрузках на колесо.

В таблице 1 представлены результаты экспериментального исследования сил бокового увода, используемые при моделировании динамики автопоезда в среде пакета ArcSim (разработчик автомобильный исследовательский центр университета Мичиган).

Таблица 1

Значения сил бокового увода при различных углах увода и вертикальных нагрузках

Угол увода δ, град.	Боковая сила увода		
	Для нагрузки N_1 =1925 фунт с. (8562,83 Н)	Для нагрузки N_2 =6600 фунт с. (29358,26 Н)	Для нагрузки N_3 =9300 фунт с. (41368,46 Н)
1	365,94	835,38	944,10
2	634,56	1611,09	1793,79
4	1070,82	2804,49	3398,76
8	1526,91	3938,22	5192,55
12	1804,53	4355,91	5759,01

В соответствии с [2], нелинейную силу увода (имеющую характер функций насыщения) можно представить в аналитическом виде

$$Y = \frac{q\delta}{\sqrt{1+\left(\frac{q\delta}{\phi}\right)^2}},$$

где q — безразмерный коэффициент сопротивления увода, φ — коэффициент сцепления в поперечном направлении, каждый из параметров является функцией безразмерной вертикальной нагрузки $\bar{N}_i$. Тогда общий вид зависимости сил увода

$$\overline{Y}(\overline{N}_i) = \frac{q_i(\overline{N}_i)\delta}{\sqrt{1+\left(\frac{q_i(\overline{N}_i)\delta}{\phi_i(\overline{N}_i)}\right)}}.$$

Для каждой из нагрузок $\bar{N}_i = (1; 3{,}428571429; 4{,}831168831)$ были получены соответствующие нелинейные зависимости $\bar{Y}(\bar{N}_i)$. Последние определялись двумя константами $q(\bar{N}_i)$ и $\phi(\bar{N}_i)$. Численные значения этих коэффициентов представлены ниже:

$$Y(\bar{N}_1) = \frac{0.1854233766\delta}{\sqrt{\left(1+\left(\frac{0.1854233766\delta}{0.95}\right)^2\right)}};$$

$$Y(\bar{N}_2) = \frac{0.12281897\delta}{\sqrt{\left(1+\left(\frac{0.13281897\delta}{0.8}\right)^2\right)}};$$

$$Y(\bar{N}_3) = \frac{0.100510834490\delta}{\sqrt{\left(1+\left(\frac{0.100510834490\delta}{0.75}\right)^2\right)}}.$$

На основе метода наименьших квадратов были получены зависимости для определяющих коэффициентов $q(\bar{N}_i)$ и $\phi(\bar{N}_i)$ как функции безразмерных вертикальных нагрузок, они оказались линейными:

$$k = 0.205893882 - 0.02256313651\bar{N}_i;$$

$$\phi = 0.9977251642 - 0.05326018645\bar{N}_i.$$

На рисунках 1 и 2 представлены зависимости $q(\bar{N}_i)$, $\phi(\bar{N}_i)$ и аппроксимируемые массивы численных значений коэффициентов.

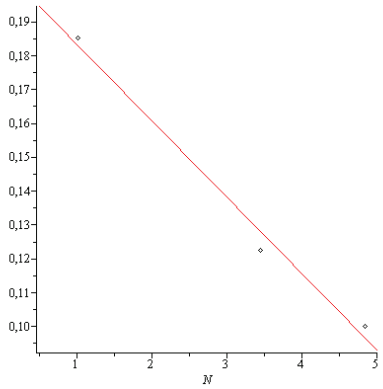


Рис. 1. График зависимости безразмерного коэффициента сопротивления увода как функции безразмерной вертикальной нагрузки

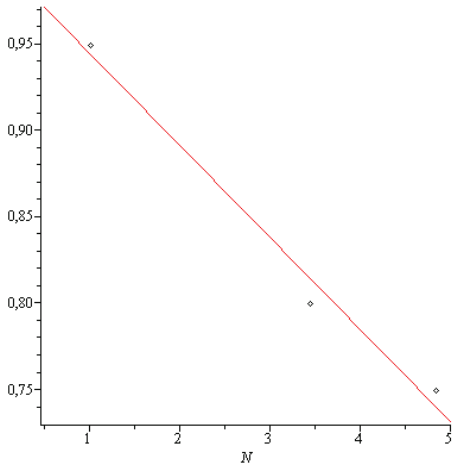


Рис. 2. График зависимости коэффициента сцепления как функции безразмерной вертикальной нагрузки

Таким образом, получена «универсальная» эмпирическая зависимость для безразмерной боковой силы как функции угла увода и безразмерной вертикальной нагрузки.

$$\overline{Y}(\delta,\overline{N}_i)=\frac{q_i(\overline{N}_i)\delta}{\sqrt{1+\left(\frac{q_i(\overline{N}_i)\delta}{\phi_i(\overline{N}_i)}\right)}}.$$

Ниже представлен её окончательный вид с числовыми коэффициентами

$$\overline{Y}=\frac{(0.2058939882-0.02256313651\overline{N})\delta}{\sqrt{1+\frac{(0.2058939882-0.02256313651\overline{N})^2\delta^2}{\left(0.9977251642-0.05326018645\overline{N}\right)^2}}}.$$

Далее представлена «универсальная» зависимость, в которой угол увода измеряется в радианах:

$$\overline{Y}(\delta,\overline{N}_i)=\frac{q\delta\,/_{0.0175}}{\sqrt{\left(1+\left(\frac{q\delta}{\phi 0.0175}\right)^2\right)}};$$

$$\overline{Y}=\frac{57.1425714(0.2058939882-0.02256313651\overline{N})\delta}{\sqrt{1+\frac{3265.306122(0.2058939882-0.02256313651\overline{N})^2\delta^2}{(0.9977251642-0.05326018645\overline{N})^2}}}.$$

На рисунке 3 представлены графики этой зависимости для трех значений параметра $\overline{N}_i$ = =(1; 3,428571429; 4,831168831) и исходный массив безразмерных боковых сил, полученных экспериментально (имеет место достаточно хорошее совпадение результатов).

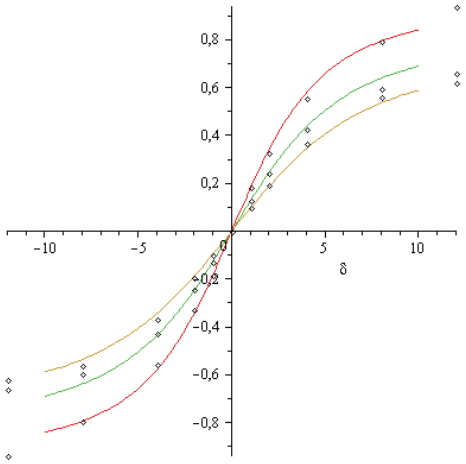


Рис. 3. График безразмерной зависимости боковой силы как функции угла увода и безразмерной вертикальной нагрузки на колесо

2. Расчет критической скорости прямолинейного движения без учёта перераспределения нагрузок от аэродинамического эффекта.

Рассмотрим велосипедную модель транспортного средства, состоящую из корпуса и переднего колесного модуля, его поворот относительно корпуса жестко фиксируется (задается параметром θ). Система находится под воздействием боковых реакций опорной поверхности — упругие колеса могут катиться под некоторым углом (угол увода) к плоскости симметрии колеса, при этом возникают силы увода со стороны опорной поверхности. Силы увода определяются эмпирически и могут быть приближенно представлены различными аналитическими зависимостями. Пусть m — масса и J — центральный момент инерции системы относительно вертикальной оси, a, b — расстояние центра масс экипажа до передней и задней колесных осей соответственно.

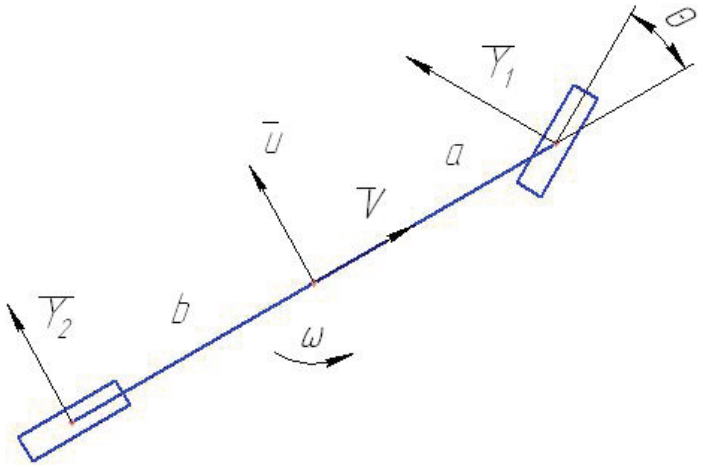


Рис. 4. Расчетная схема велосипедной модели двухосного экипажа

Уравнения плоскопараллельного движения велосипедной модели в подвижной системе координат имеют вид (продольная составляющая скорости центра масс V предполагается постоянной):

$$m(\dot{u} + V\omega) = Y_1 + Y_2;$$

$$J\dot{\omega} = aY_1 - bY_2,$$

где u — поперечная составляющая скорости центра масс экипажа;

ω — угловая скорость относительно вертикальной оси;

δ_1, δ_2 — углы увода на передней и задней осях.

В линейном приближении сила увода пропорциональна коэффициенту сопротивления увода

$$Y_i = k_i\delta_i.$$

Коэффициент сопротивления увода в безразмерном виде

$$q_i = \frac{k_i}{N_i},$$

где $q_i = (q_i^0 - q_i' \overline{N}_i)$.

Учитывая, что для малых углов увода справедливы соотношения

$$\delta_1 = \Theta - \frac{u + a \cdot \omega}{V};$$

$$\delta_2 = \frac{-u + b \cdot \omega}{V},$$

получим линеаризованную систему уравнений возмущенного движения в окрестности прямолинейного движения

$$m(\dot{u} + V \cdot \omega) = k_1 \left(\Theta - \frac{u - a \cdot \omega}{V} \right) + k_2 \left(\frac{-u + b \cdot \omega}{V} \right);$$

$$J\dot{\omega} = a \cdot k_1 \left(\Theta - \frac{u - a \cdot \omega}{V} \right) - b \cdot k_2 \left(\frac{-u + b \cdot \omega}{V} \right).$$

Нулевому решению системы ($u = 0, \omega = 0$) соответствует прямолинейный режим движения модели; для анализа устойчивости нулевого решения определим коэффициенты соответствующего характеристического уравнения

$$\lambda^2 + p\lambda + q = 0;$$
$$p = \frac{1}{V}\left(\frac{k_1 + k_2}{m} + \frac{k_1 a^2 + k_2 b^2}{J}\right);$$
$$q = \frac{k_1 k_2 l^2 - mV^2(k_1 a - k_2 b)}{mlV^2}.$$

Так как $p > 0$, то необходимым и достаточным условием асимптотической устойчивости нулевого решения является требование $q > 0$. Следовательно, для случая $k_1 a > k_2 b$ (автомобиль с избыточной поворачиваемостью), прямолинейное движение асимптотически устойчиво лишь при скорости $V < v_{kr}$. Выражение критической скорости может быть представлено в «безразмерном» виде

$$v_{kr}^2 = \frac{k_1 k_2 l}{m(k_1 a - k_2 b)} = \frac{q_1 q_2}{q_1 - q_2} gl,$$

где $q_i = k_i / N_i$ - безразмерные коэффициенты бокового увода (N_i — нагрузки на оси).

Для набора численных значений параметров автомобиля: безразмерный коэффициент сопротивления увода $q_i = 57{,}1425714 \cdot (0{,}2058939882 - 0{,}02256313651 \cdot \bar{N}_i)$; база автомобиля $l = 5$ м; распределение нагрузки по осям автомобиля (в размерном и безразмерном виде)

$$N_1 = \frac{m \cdot g \cdot b}{l}, N_2 = \frac{m \cdot g \cdot a}{l};$$

$$\bar{N}_1 = (l - a), \ \bar{N}_2 = a.$$

На рисунке 5 представлены графики зависимости критической скорости и коэффициентов сопротивления уводу на осях как функции параметра а — расстояния центра масс экипажа до передней оси

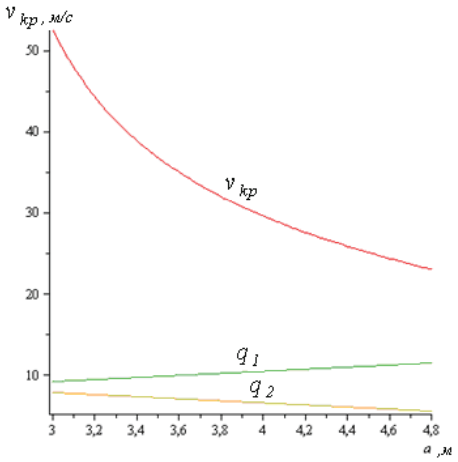


Рис. 5. Графики зависимостей критической скорости и коэффициентов сопротивления уводу на осях как функций параметра *а* — расстояния центра масс экипажа до передней оси

Полученные выше результаты согласуются с известными фактами из эксплуатации автомобилей, которые указывают на существенное влияние положения центра масс экипажа на величину критической скорости прямолинейного движения, приведем цитату из работы Л. Гродко [1] « … для малолитражного автомобиля фирмы «Фиат» с «задним» расположением двигателя было предложено устанавливать давление в передних шинах в три раза меньше, чем в задних. Но даже при таких условиях автомобиль имел критическую скорость 40 км/ч и его эксплуатация была практически невозможна.

На грузовых автомобилях устойчивость заметно ухудшается, когда они сильно нагружены…».

3. Расчёт критической скорости прямолинейного движения с учётом перераспределения нагрузок, связанного с аэродинамическим сопротивлением.

Рассмотрим влияние аэродинамического сопротивления на перераспределение нагрузки по осям при движении с постоянной скоростью. При движении транспортного средства, помимо ранее перечисленных сил, действует сила аэродинамического сопротивления $F_{A.C.}$, которая зависит от скорости V

$$F_{A.C.} = \tfrac{1}{2} C_x \rho S V^2,$$

где ρ — плотность воздуха, $кг/м^3$; S — площадь проекции экипажа в продольном направлении, $м^2$; C_x — коэффициент лобового сопротивления.

Данная сила прикладывается к центру парусности продольной проекции транспортного средства, который находится на высоте H. При движении экипажа с постоянной скоростью, сила тяги и сила аэродинамического сопротивления образуют пару сил, что приводит к перераспределению вертикальных реакций на осях (на величину ΔN разгружается передняя ось и нагружается задняя ось).

$$\Delta N = \frac{F_{A.C.} H}{l}$$

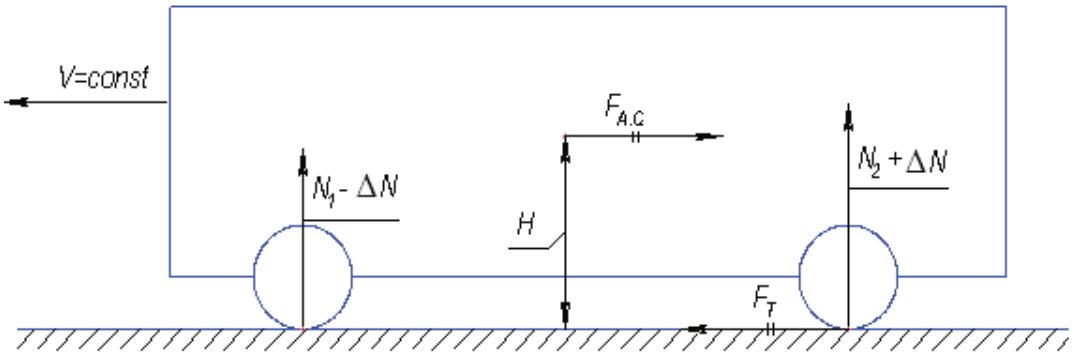


Рис. 6. Схема действия сил с учётом аэродинамической составляющей

Значение ΔN изменяется в зависимости от скорости, что может привести к увеличению или уменьшению критической скорости. Уточненное значение критической скорости может быть получено на основе следующего подхода. Определим численно зависимость критической скорости с учётом аэродинамического сопротивления (коэффициенты сопротивления увода в этом случае являются функциями продольной скорости движения V) при постоянном значении параметра a, тогда точка пересечения графика этой зависимости с биссектрисой координатного угла определяет искомую величину критической скорости (см. рис. 7.). В табл. 2 представлены значения уточненной критической скорости для набора текущих значений параметра a ($a = 3 - 4{,}9$ м).

Таблица 2

Значения уточненной критической скорости для значений параметра a

Значение a, м	Значение V_{AP}, м/с
3	86,15791852
3,5	40,09579170
4	30,87506934
4,5	26,15944495
4,8	24,53459888
4,9	24,07643624

Уточненные значения критической скорости V_{AP} были описаны аналитически в виде полинома пятой степени от переменной a

$$V_{AP} = -11{,}96187134a^5 + 259{,}0305692a^4\ 2238{,}959287a^3 + \\ + 9660{,}236363a^2 - 20\,823{,}57188a + 17\,991{,}90567,$$

графики зависимостей V_{AP} и V_{KP} приведены на рисунке 8.

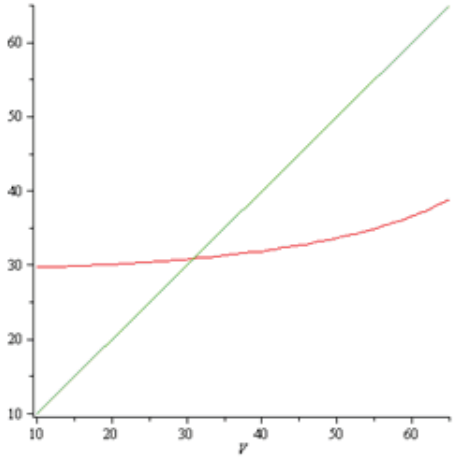


Рис. 7. К определению критической скорости с учётом аэродинамического эффекта ($a = 4$ м, $V_{AP} = 30{,}87$ м/с)

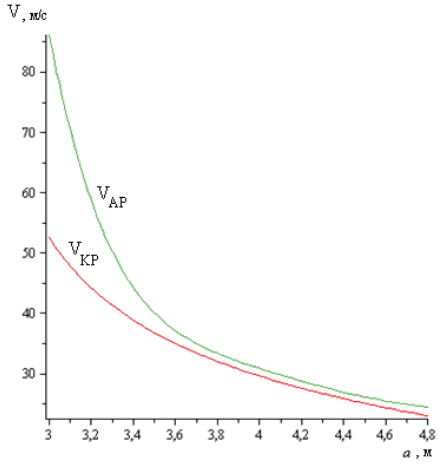


Рис. 8. Графики зависимостей критической скорости V_{AP} (с учётом аэродинамического эффекта), V_{KP} — без учета аэродинамического эффекта как функции параметра a

Выводы

Значение критической скорости прямолинейного движения экипажа в случае учета перераспределения вертикальных реакций опоры, связанного с аэродинамическим эффектом, оказалось больше соответствующих значений критической скорости без учета аэродинамического эффекта. Этот факт оказался несколько неожиданным с точки зрения результатов, представленных на рисунке 5 (при увеличении нагрузки на заднюю ось критическая скорость должна уменьшаться). Объяснение этого мнимого противоречия заключается в том, что выражение критической скорости (в случае учета аэродинамического эффекта), представленное в безразмерной форме, не совпадает с соотношением $v_{kr}^2 = \dfrac{q_1 q_2}{q_1 - q_2} gl$, полученным без учета аэродинамического эффекта.

Перечень литературы

1. Гродко Л. Устойчивость автомобиля // Квант. — 1980. — № 5. — С. 26–31.
2. Неймарк Ю.Н., Фуфаев Н.А. Динамика неголономных систем. — М.: Наука, 1967. — 520 с.

3. Рокар И. Неустойчивость в механике. Автомобили. Самолеты. Висячие мосты.— М.: Изд-во иностр. лит., 1959.— 287 с.

4. Эллис Д.Р. Управляемость автомобиля.— М.: Машиностроение, 1975.— 216 с.

5. http://www.umtri.umich.edu/erd_soft/arcsim. html

Аннотация. *Розглянуто завдання визначення критичної швидкості прямолінійного руху двовісного екіпажа залежно від положення центру мас і перерозподілу навантажень по осях, пов'язаного з аеродинамічним опором руху. Отримана емпірична залежність, що уточнює значення критичної швидкості прямолінійного руху у разі обліку аеродинамічного ефекту.*

Abstract. *The Considered problem of the determination in critical velocity of the rectilinear motion biaxial machine depending on position of the centre-masses and redistributions of the loads on axises, connected the aerodynamic resistance to motion. It Is Received synthetic relationship, describing critical velocity of the rectilinear motion in the event of count of the aerodynamic effect.*

Стаття надійшла до редакції 23.04.2009 р.

УДК 656.136:629.4.023.3:656.052.44

КУЗНЄЦОВ Р. М., к. т. н., доцент; СТЕЛЬМАЩУК В. В., к. т. н., доцент; МУРОВАНИЙ І. С., к. т. н., ст. викладач; ОНИЩУК В. П., інженер-програміст; ДУБИЦЬКИЙ О. С., студент, Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ТИПУ ПІДВІСКИ ЛАНОК АВТОПОЇЗДА НА ЙОГО СТІЙКІСТЬ У ПРОЦЕСІ ГАЛЬМУВАННЯ

Стаття присвячена питанню вивченню впливу типу підвіски на гальмівну динаміку автопоїзда. Проведено аналіз різних типів підвіски напівпричепа і визначено навантаження на осі візка напівпричепа у гальмівному режимі з урахуванням типу підвіски його осей. Встановлено, що найбільш невдалою є схема з чотирьохопорною балансирною підвіскою всіх трьох осей візка напівпричепа. Нормальна реакція опорної поверхні на першу вісь значно збільшується, на другій осі — майже не змінюється, а на третій осі — навіть при незначному сповільненні різко зменшується.

Постановка проблеми

На етапі проектування автотранспортних засобів при виборі типу та складу рухомого складу і параметрів підвіски необхідно враховувати їх вплив на крени кузова в поздовжній та поперечній площинах. Таким чином, актуальним є питання отримання аналітичної залежності, що визначає кути поздовжніх та поперечних кренів кузова в функції діючих на нього гальмівних, тягових та бокових сил. Ці залежності повинні дозволити вже на стадії проектування автотранспортного засобу розрахувати такі комбінації параметрів підвіски, які б забезпечили отримання необхідної поздовжньої і поперечної кутових жорсткостей підвіски, що виключають «пробої» при кренах кузова.

Аналіз останніх досліджень

Автотранспортні засоби з пневматичною підвіскою, які мають, як правило, високу плавність ходу через зниження жорсткості на середньо-експлуатаційному діапазоні характеристик,

піддаються кренам у поздовжній та поперечній площинах (порушенням стабілізації положення кузова) в більшій мірі, ніж автотранспортні засоби зі звичайними підвісками. В тих випадках, коли характеристика підвіски на середньо-експлуатаційному діапазоні має вигляд прямої, паралельної до горизонтальної осі абсцис (жорсткість дорівнює нулю), кузов автотранспортного засобу, накренившись, залишається в такому положенні до вирівнювання регуляторами положення кузова [1].

Стабілізація розташування кузова та коліс, а також керованість та стійкість взаємопов'язані між собою і залежать від ряду конструктивних параметрів: бази, колії, координат центра мас, жорсткостей підвіски, шин тощо.

Компонувальна схема підвіски, її кінематична схема і конструкція визначають як показники стійкості і керованості автопоїзда, так і плавності його ходу. При цьому підвіску слід розглядати як сукупність трьох пристроїв — напрямного, пружного і гасильного.

Аналіз пружних пристроїв показує, що переважне поширення на причіпних ланках одержали листові ресори та пневматичні балони, що застосовуються, як правило, у залежних підвісках. Слід відмітити все більш широке використання пневматичних підвісок у конструкціях тривісних напівпричепів для міжнародних і міжміських перевезень.

У найбільш загальному випадку триланковий сідельно-причіпний автопоїзд складається із тривісного автомобіля-тягача, тривісного напівпричепа і тривісного причепа, тобто таких, що мають підвіски з непарною кількістю осей. За тривісної компонувальної схеми у найгіршому становищі є середня ходова вісь напівпричепа зі строєними осями, підвіска якої знаходиться безпосередньо в точці прикладення всього навантаження, яке, проте, повинно бути рівномірно розподілене між всіма осями.

Рівномірність розподілу навантажень по осях у будь-яких дорожніх умовах, у тому числі і проїзді всіма колесами через одиничні нерівності без відриву коліс від опорної поверхні чи без пробою підвіски, вимагає, щоб вертикальні переміщення ходових осей значно перевищували деформації пружних пристроїв підвіски [2].

Проведеним аналізом найбільш розповсюджених конструкцій підвісок зближених осей автомобілів-тягачів, напівпричепів і причепів встановлено, що практично всі можливі конструктивні рішення можуть бути розглянуті як окремі випадки двох загальних розрахункових схем — балансирної (індивідуальна підвіска однієї з осей і балансирна двох інших) і урівноважуючої (балансирної підвіски усіх осей), якщо врахувати обмежене поширення підвісок з індивідуально підвішеними осями.

Мета

Розглянути вплив типу підвіски візка напівпричепа на гальмівну динаміку автопоїзда.

Основний розділ

Визначимо навантаження на осі возика напівпричепа у гальмівному режимі з урахуванням типу підвіски його осей.

За даними досліджень різних авторів (Біленький Ю.Б., Ротенберг Р.В., Певзнер Я.М., Гредескул А.Б. і ін.) можна відзначити, що схема підвіски істотно впливає на перерозподіл реакцій на колесах автопоїзда. З огляду на це, був розглянутий вплив типу підвіски візка напівпричепа на гальмівну динаміку автопоїзда. Розрахунки проведені для комбінованої підвіски (передня вісь підвішена індивідуально, задні осі — балансирно), балансирної підвіски (одно-, двох- і трьохопорної) двох задніх осей і чотирьохопорної балансирної підвіски всіх осей візка.

Розрахункові схеми таких підвісок представлені на рис. 1–4.

Для кожної з представлених схем були складені рівняння рівноваги.

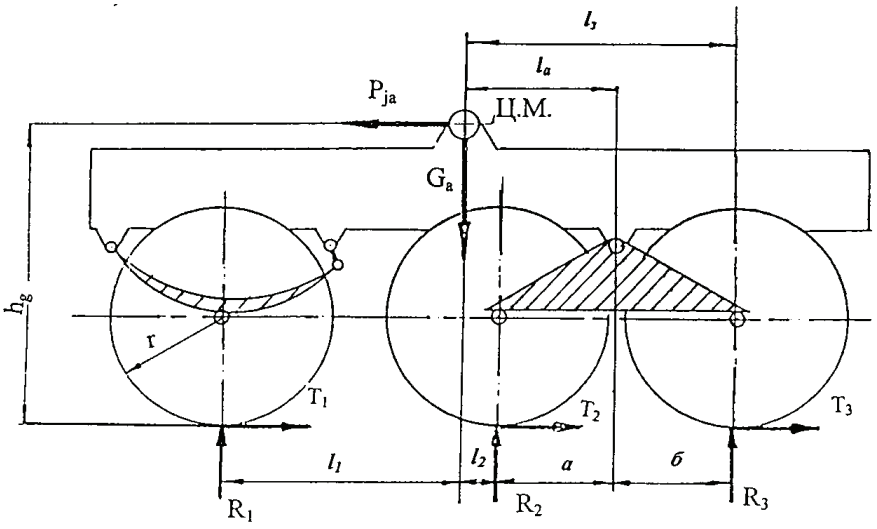


Рис. 1. Розрахункова схема візка з одноопорною балансирною підвіскою двох задніх осей та індивідуальною підвіскою передньої осі

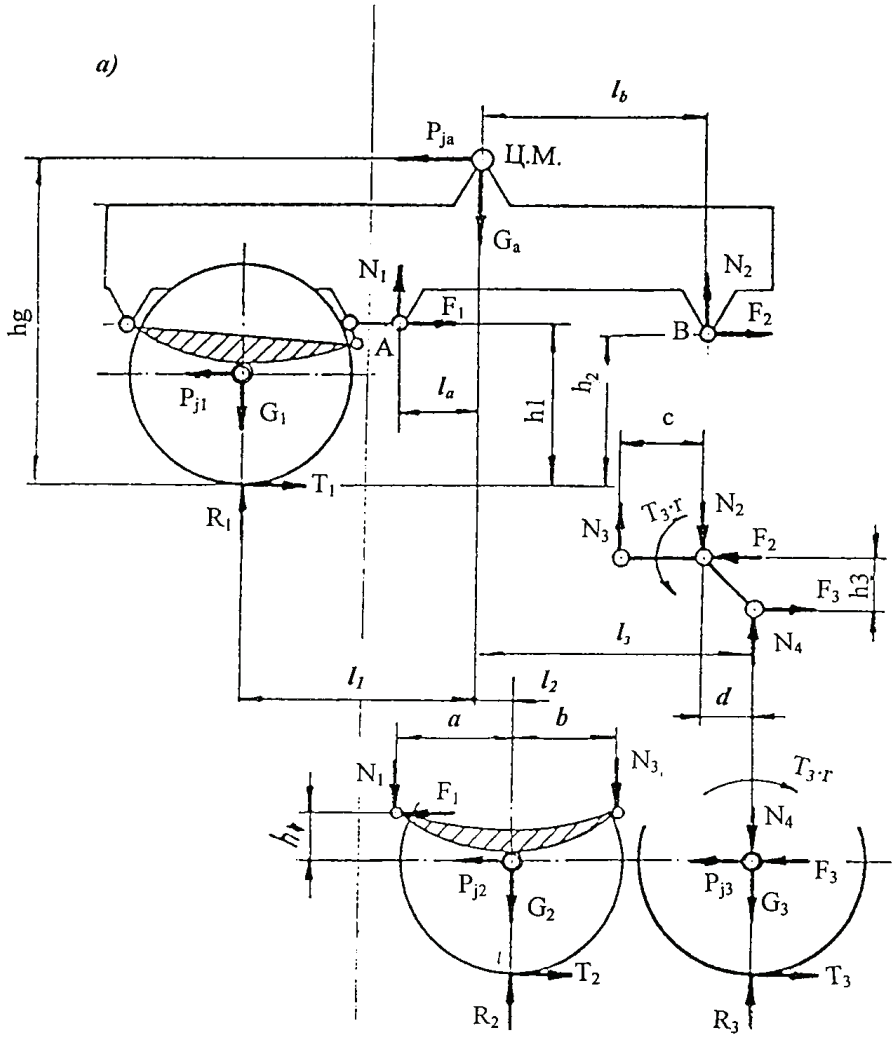


Рис. 2. Розрахункова схема возика з двохопорною балансирною підвіскою двох задніх осей та індивідуальною підвіскою передньої осі

Для розрахункової схеми з одноопорною балансирною підвіскою двох задніх осей візка (рис. 1) рівняння рівноваги з урахуванням сил інерції за умови, що а = в мають вид:

$$R_1 \times (l_1 + l_2) - G_n \times l_a - P_{jn} \times h = 0 \quad (1)$$

$$G_n \times l_1 - \left(R_2 + R_3\right) \times \left(l_1 + l_2\right) - P_{jn} \times h = 0$$

Друга розрахункова схема (рис. 2) являє собою випадок, коли один пружний елемент над середньою віссю є пружним елементом і для задньої осі. Це виконується за допомогою спеціального коромисла.

Для розрахункової схеми з двохопорною балансирною підвіскою двох задніх осей візка напівпричепа (рис. 2) рівняння рівноваги з урахуванням сил інерції мають вид:

$$R_1 + N_1 + N_2 - G_1 - G_n = 0$$

$$G_n \times l_1 - P_{jn} \times h - N \times \left(l_1 - l_a\right) - N_2 \times \left(l_1 + l_b\right) + F_2 \times h_2 - P_{j1} \times r = 0$$

$$F_3 - F_2 = 0$$

$$N_3 + N_4 - N_2 = 0$$

$$N_3 \times c - N_4 \times d - F \times h_3 - T_3 \times r = 0$$

$$T_2 - P_{j2} - F_1 = 0$$

$$T_3 - P_{j3} - F_3 = 0$$

$$R_3 - G_3 - N_4 = 0 \quad (2)$$

У випадку трьохопорної балансирної підвіски двох задніх осей візка напівпричепа розрахункова схема представлена на рис. 3.

Для неї рівняння рівноваги мають вид:

$$G_n \times l_1 + F_2 \times h_2 - N_1 \times \left(l_{1-la}\right) - N_2 \times \left(l_1 + l_в\right) - N_3 \times \left(l_1 + l_c\right) - P_{jn} \times h - P_{j1} \times r = 0$$

$$R_1 + N_1 + N_2 + N_{3-Gn-G1} = 0$$

$$N_4 + N_5 - N_2 = 0$$

$$F_1 - F_2 - F = 0$$

$$N_4 \times c - N_5 \times d + F_1 \times h_3 - F_2 \times \mathrm{h}_3 = 0$$

$$R_2 - N_1 - N_4 - G_2 = 0$$

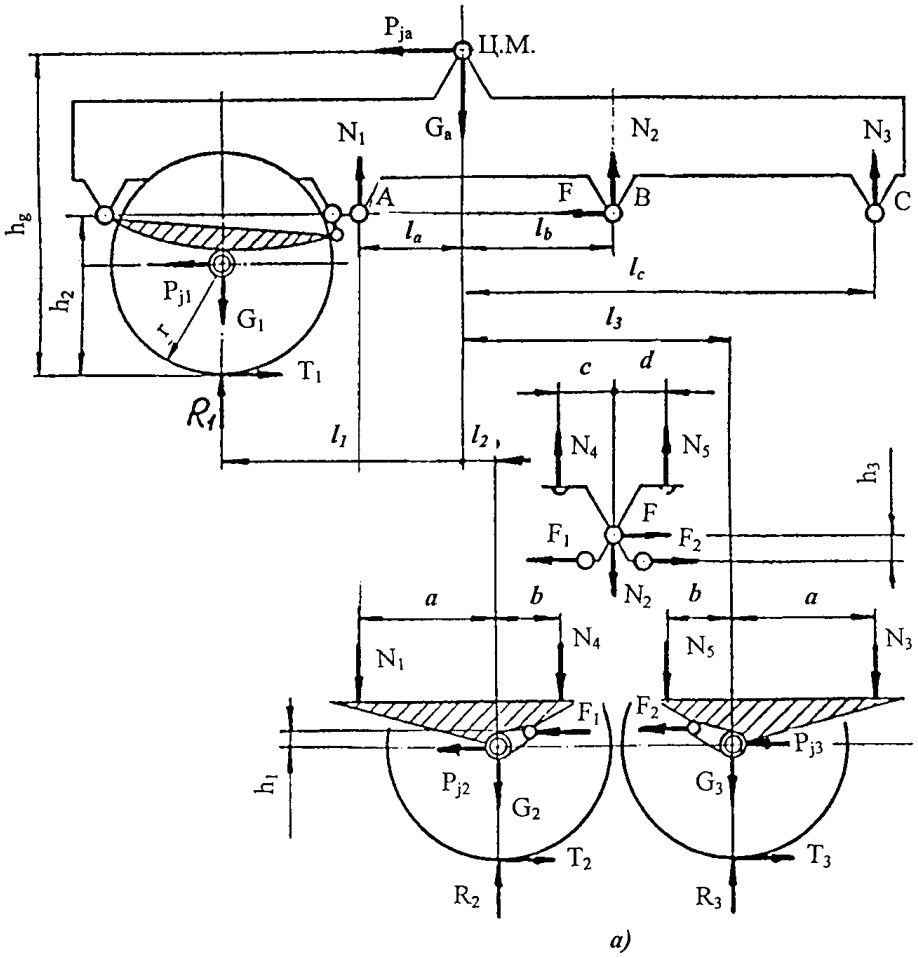


Рис. 3. Розрахункова схема возика з трьохопорною балансирною підвіскою двох задніх осей та індивідуальною підвіскою передньої осі

$$T_2 - P_{j2} + F_1 = 0$$

$$N_4 \times a - N_1 \times y - T_2 \times r + F_1 \times h_1 = 0$$

$$R_3 - G_3 - N_5 - N_3 = 0$$

$$N_3 \times a - N_5 \times y - R_2 \times h_1 - T_3 \times r = 0 \qquad (3)$$

Для розрахункової схеми у випадку чотирьохопорної балансирної підвіски всіх осей возика напівпричепа (рис. 4) рівняння рівноваги мають вид:

$$N_d + N_4 + N_2 + N_{3-Gn} = 0$$

$$N_d \times y + G_n \times l_1 - F_3 \times h_2 - N_1 \times (l_1 - l_a) - F_2 \times h_2 - N_2 \times (l_1 + l_в) - N_3 \times (l_1 + l_c) - P_{jn} \times h_g = 0$$

$$N_6 + N_7 - N_1 = 0$$

$$F_4 - F_3 - F_5 0 = 0$$

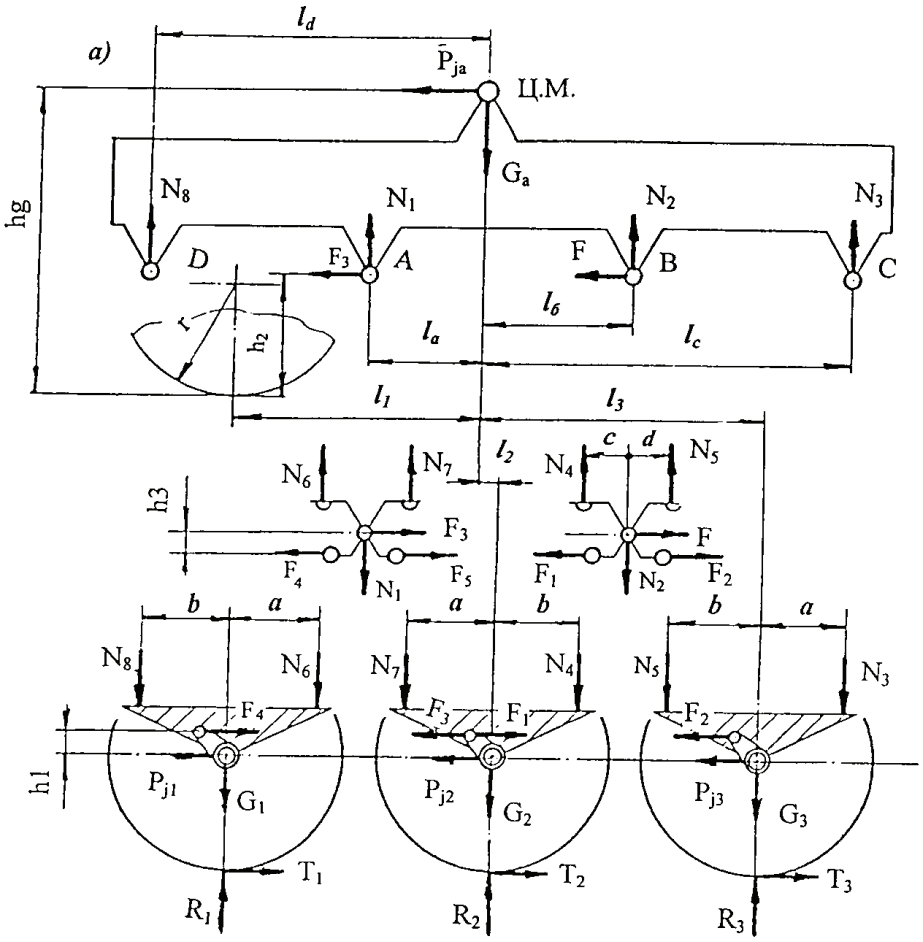


Рис. 4. Розрахункова схема візка з чотирьохопорною балансирною підвіскою двох задніх осей та індивідуальною підвіскою передньої осі

$$N_6 \times d - N_7 \times c - F_4 \times h_3 = 0$$

$$N_4 + N_5 - N_2 = 0$$

$$R_1 - N_9 - N_6 - G_1 = 0$$

$$T_1 + F_4 - R_{g1} = 0$$

$$N_6 \times a - N_8 \times y + F_4 \times h_1 - T_1 \times r = 0$$

$$R_2 - N_7 - N_4 - G_2 = 0$$

$$T_2 + F_1 - F_3 - P_{j2} = 0$$

$$N_4 \times в' - N_7 \times \alpha' + F_1 \times h_1 - F_3 \times h_1 - T_2 \times r = 0$$

$$R_3 - N_5 - N_3 - G_3 = 0$$

$$T_3 - F_2 - P_{j3} = 0$$

$$N_3 \times a - N_5 \times y - F_2 \times h_1 - T_3 \times r = 0 \qquad (4)$$

Зважаючи на те, що тільки напівпричіп може мати підвіску усіх розглянутих вище схем, аналіз було проведено саме для нього. Маса напівпричепа, що припадає на його осі, склала 27 000 кг. Розподіл гальмівних сил між осями прийнято наступним:

$$T_1 = 0{,}35 \times T,$$

$$T_2 = T_3 = 0{,}35 \times T,$$

де T — сумарне гальмівне зусилля;
T_1, T_2, T_3 — гальмівні зусилля на першій, другій і третій осях напівпричепа.

Рішення приведених систем рівнянь по представленим у табл. 1 вихідним даним дозволило визначити реакції R1,R2 і R3 у залежності від величини сповільнення для чотирьох типів підвіски тривісного ходового візка напівпричепа. Результати розрахунків представлені в табл. 2.

Таблиця 1

Зміна нормальних опорних реакцій на колесах візка напівпричепа при гальмуванні автопоїзда

Тип підвіски	Нормальні реакції опорної поверхні на осі возика напівпричепа
Індивідуальна підвіска передньої осі й одноопорна балансирна підвіска двох задніх осей	R1 = 9000 + 1630′j_c R2 = R3 = 9000–815′j_c
Індивідуальна підвіска передньої осі і двохопорна балансирна підвіска двох задніх осей	R1 = 9000 + 2111′j_c R2 = 9000 + 837′j_c R3 = 9000–1948′j_c
Індивідуальна підвіска передньої осі і трьохопорна балансирна підвіска двох задніх осей	R1 = 9000 + 3300′j_c R2 = 9000–100′j_c R3 = 9000–3200′j_c

З наведених залежностей слідує, що найбільше довантаження має місце на колесах передньої осі автомобіля-тягача, найбільше розвантаження — на колесах третьої осі тягача і причепа.

Як слідує з таблиці 2 при різних значеннях сповільнення для одноопорної балансирної підвіски двох задніх осей і індивідуальної підвіски передньої осі реакція збільшується зі збільшенням величини сповільнення на передній осі і незначно зменшується на другій і третій осях.

Встановлено, що для одноопорної балансирної підвіски двох задніх осей і індивідуальної підвіски передньої осі зі збільшенням величини сповільнення реакція збільшується на передній осі і незначно зменшується на другій і третій осях. Для двохопорної підвіски двох задніх осей спостерігається незначне збільшення реакцій на передній і середній осях і значне зменшення реакції на задній осі, що погіршує гальмівні властивості візка й автопоїзда в цілому.

Аналогічно змінюються реакції і в разі трьохопорної підвіски двох задніх осей візка з тією лише різницею, що третя вісь розвантажується ще більш інтенсивно.

Таблиця 2

До визначення основних параметрів процесу гальмування триланкового автопоїзда з тривісним причепом з керованою віссю

Варіант розрахунку	Вихідні умови	Основні параметри				
		Час гальмування, с	Шлях гальмування, м	Бокові зміщення центра мас, м		
				тягача	напівпричепа	причепа
Vo = 5 м/с, φ = 0,2						
1	I група параметрів	5,57	16,63	–0,004	0,036	0,005
2	II група параметрів	5,63	16,71	–0,251	–0,019	–0,095
3	III група параметрів	5,61	16,37	–0,136	–0,610	0,025
4	IY група параметрів	5,60	16,59	–0,168	–0,705	–0,415
Vo = 6 м/с, φ = 0,3						
5	Y група параметрів	5,65	16,62	–0,170	–0,715	–0,445
Vo = 7 м/с, φ = 0,3						
6	Y група параметрів	5,51	23,60	–0,539	–1,090	0,375
Vo = 8 м/с, φ = 0,4						
7	II група параметрів	4,75	23,54	–0,510	–0,371	–0,181
Vo = 10 м/с, φ = 0,4						
8	Y група параметрів	5,07	33,45	–1,360	–1,760	1,060
Vo = 7 м/с, φ = 0,4						
9	Y група параметрів	4,38	19,64	–0,385	–0,715	0,281
Vo = 8 м/с, φ = 0,5						
10	Y група параметрів	4,15	20,96	0,078	–0,571	0,131
Vo = 6,5 м/с, φ = 0,5						
11	Y група параметрів	3,69	15,26	0,492	0,076	0,950
Vo = 9 м/с, φ = 0,6						
12	Y група параметрів	4,39	26,07	0,115	–0,532	0,050
Vo = 8 м/с, φ = 0,5						
13	Y група параметрів	4,05	20,58	0,957	–0,459	0,033

Висновки

Найбільш невдалою є схема з чотирьохопорною балансирною підвіскою всіх трьох осей візка напівпричепа. Нормальна реакція опорної поверхні на першу вісь значно збільшується, на другій осі — майже не змінюється, а на третій осі — навіть при незначному сповільненні різко зменшується. Уже при сповільненні $j_c > 2{,}5$ м/с^2 третя вісь розвантажується цілком. Така підвіска не може бути використана в конструкції візка напівпричепа без спеціальних стабілізуючих пристроїв. Проте для кожного типу підвіски характерна лінійна залежність зміни реакцій опорної поверхні на колеса осей в залежності від сповільнення автопоїзда.

Перелік літератури

1. Акопян Р.А. Пневматическое подрессоривание автотранспортних средств/Ч. III.— Львів: Вища школа, 1984.— 237 с.

2. А. с. СССР № 1 428 650. Прицеп транспортного средства/Э.Н. Ибрагимов, И.В. Жилин, Н.Н. Новожилов, А.М. Федотов, Е.Н. Заботкин // Бюллетень изобретений № 37.— 1988.

Аннотация. *Статья посвящена вопросу изучению влияния типа подвески на тормозную динамику автопоезда. Проведен анализ разных типов подвески полуприцепа и определенно нагрузки на осе тележки полуприцепа в тормозном режиме с учетом типа подвески его осей. Установлено, что наиболее неудачной является схема с четырехопорной балансирной подвеской всех трех осей тележки полуприцепа. Нормальная реакция опорной поверхности на первую ось значительно увеличивается, на второй осе — почти не изменяется, а на третьей осе — даже при незначительном замедлении резко уменьшается.*

Abstract. *The article is devoted to the question to the study of influence as a pendant on the brake dynamics of lorry convoy. The analysis of different types of pendant of semitrailer and certainly loading on wasp of light cart of semitrailer is conducted in the brake mode taking into account as a pendant of his axes. It is set that most unsuccessful is a chart with a four-support centerpoint suspension all three axes of light cart of semitrailer. The normal reaction of underlayment on the first axis is considerably increased, on the second wasp — does not almost change, and on the third wasp — even at insignificant deceleration diminishes sharply.*

Стаття надійшла до редакції 22.02.2009 р.

УДК 531;629.113

СУНЦОВ Н. В., д. х. н., к. ф.-м. н., профессор, Донецкий институт автомобильного транспорта; ШАМОТА В. П., д. т. н., профессор, Донецкий государственный институт железнодорожного транспорта; МАКАРОВ В. А., к. т. н., доцент; СУНЦОВ А. Н., к. ф.-м. н., доцент; ЕФИМЕНКО А. Н., инженер, Донецкий институт автомобильного транспорта

К ОЦЕНКЕ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ

Выполнен анализ результатов экспериментальных исследований и литературных данных по определению коэффициентов сопротивления качению колеса автомобиля, с целью установления математических закономерностей, связывающих величину коэффициента сопротивления качению со скоростью движения автомобиля и давлением воздуха в шинах в широких интервалах скоростей (30-170 км/час) и давлений (100-500 кПа).

Введение

Надежные сведения о взаимодействии колеса с полотном дороги, очевидно, позволяют совершенствовать теорию курсовой устойчивости автомобиля [1–4].

Сила сопротивления качению колеса зависит от многих факторов: от давления воздуха в шине (P); рисунка протектора; упругих свойств резины, потерь энергии на отрыв шины от поверхности дороги; от неровностей поверхности полотна; твердости полотна дороги (мягкий грунт или размягчённый асфальт, например) и др. Для выяснения физики процессов, влияющих на величину коэффициента сопротивления качению (k), были выбраны особые условия, при которых влиянием части параметров можно пренебречь. Так, например, при движении колеса по асфальтобетонному покрытию со скоростью 30 км/ч и давлении воздуха в шине 200 кПа величина $k = 0{,}015$. Значение k увеличивается с ростом скорости и падает при увеличении давления в шинах. Нами были проанализированы значения коэффициентов сопротивления качению колеса по асфальтобетонному покрытию в интервале скоростей 30-170 км/час и давления воздуха в шине 100-500 кПа.

Цель статьи

Установление математической зависимости коэффициента сопротивлению качению колеса от скорости движения и давления в шине.

Основной раздел

Как уже было отмечено выше, нами проанализированы экспериментальные результаты по определению коэффициентов сопротивления качению колеса автомобиля при его движении по твердому и сухому асфальтобетону. Эти условия эксперимента уникальны потому, что хорошо проявляются влияния давления воздуха в шине и скорости движения. При этом, можно пренебречь в первом приближении влиянием неровностей дороги и деформацией её поверхности, а также потерей энергии на отрыв шины от опорной поверхности. Все измерения проведены в одинаковых условиях и в достаточном количестве, что позволяет более точно выявлять значимость влияния давления и скорости на величину k в относительных единицах.

Зависимости коэффициента сопротивления качению от скорости движения и давления в шине описываются сложными кривыми (рис. 1). Величина k существенно изменяется при изменении давления P и скорости движения V и в трехмерном пространстве (k, P, V) представляет из себя сложную поверхность (рис. 2). Очевидно, что проекции точек этой поверхности на координатные плоскости позволяют получить зависимости k от P при $V - const$ и k от V при $P - const$.

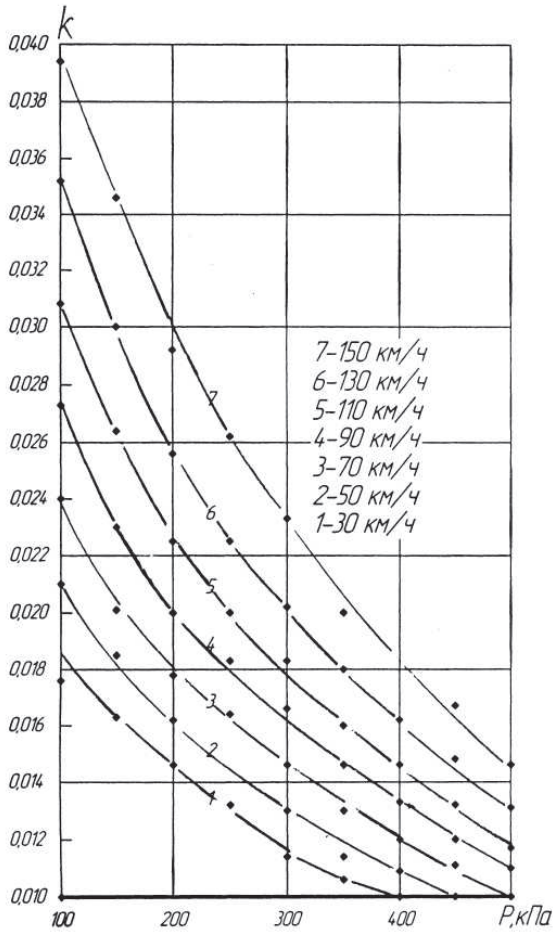


Рис. 1. Зависимости коэффициента сопротивления качению от скорости движения автомобиля и давления в шинах

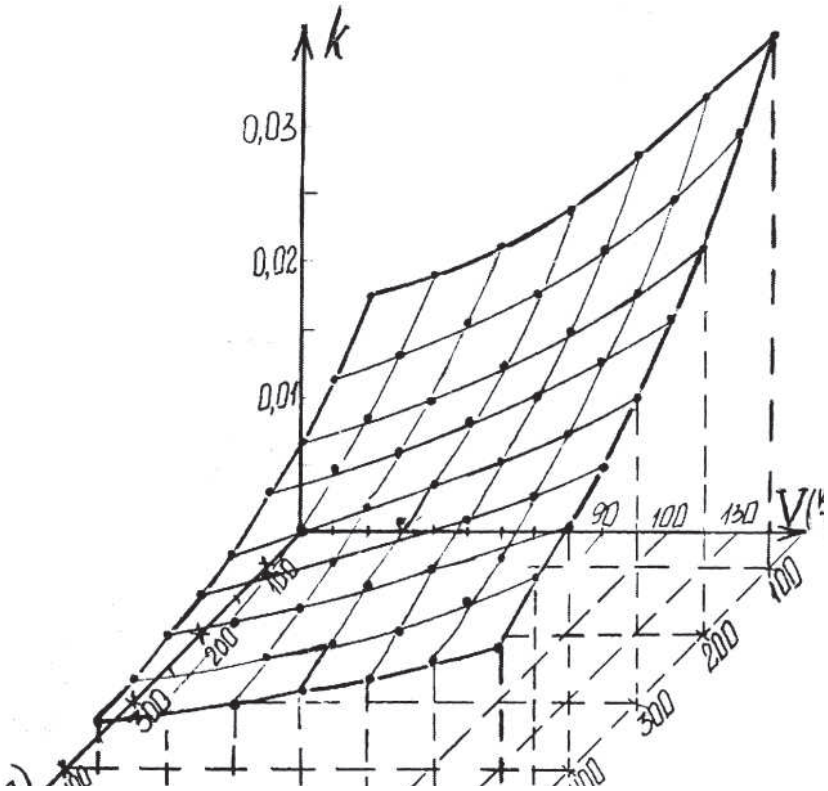


Рис. 2. Зависимость коэффициента сопротивления качению от скорости движения автомобиля и давления в шинах в трехмерном пространстве (k,V,P)

Исследования показали, что все зависимости — сложные кривые, кроме случая $\ln k - V$ (рис. 3). Это позволяет получить уравнения прямых с большой точностью с помощью метода наименьших квадратов (точность расчетов значительно превосходит ошибки результатов измерений):

$$P_1 = 100 кПа; \ln k = -4,221 + 0,0224V;$$

$$P_2 = 150 кПа; \ln k = -4,300 + 0,0218V;$$

$$P_3 = 200 кПа; \ln k = -4,419 + 0,0208V;$$

$$P_4 = 250 кПа; \ln k = -4,508 + 0,0202V;$$

$$P_5 = 300 кПа; \ln k = -4,600 + 0,0199V;$$

$$P_6 = 350 кПа; \ln k = -4,716 + 0,0193V;$$

$$P_7 = 400 кПа; \ln k = -4,779 + 0,0184V;$$

$$P_7 = 450 кПа; \ln k = -4,858 + 0,0018V;$$

$$P_8 = 500 кПа; \ln k = -4,941 + 0,0168V;$$

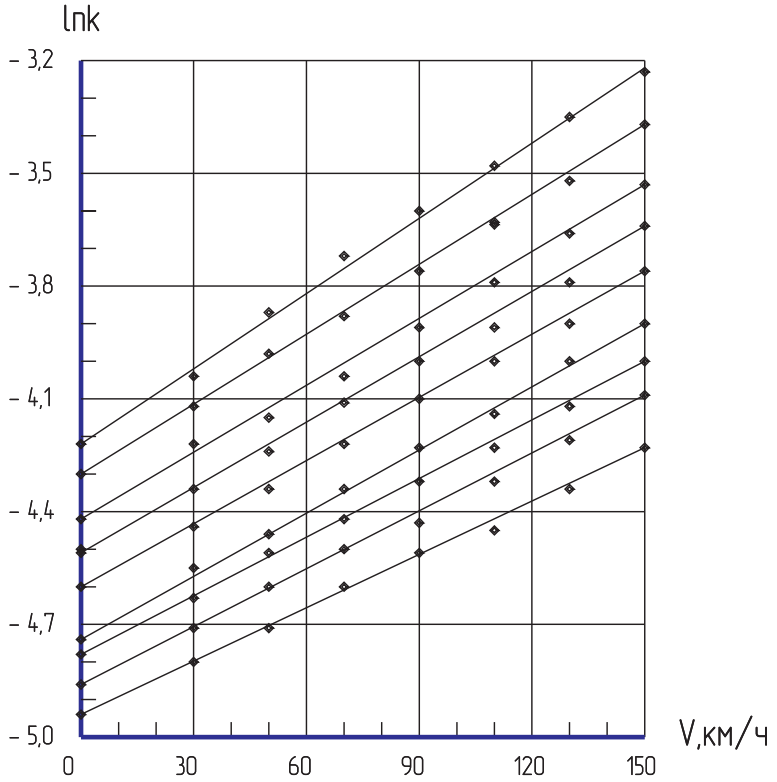


Рис. 3 Зависимости $\ln k$ от V при различных давлениях воздуха в шине

Таким образом, общий вид зависимости $k_i = f(V)$ при $P_i = const$ имеет вид:

$$\ln k_i = \ln k_{0i} + c_i V\,, \tag{2}$$

где c_i — тангенс угла наклона прямой в графике $\ln k - V$.

Здесь V изменяется от $8{,}33$ до $47{,}2 м/с$ $(30 \div 170 км/ч)$. Так как произведение cV должно быть безразмерным, то размерность $c = м/с$.

Из выражения (2) следует, что $\ln k - \ln k_0 = cV$

или $\ln\left(\dfrac{k}{k_0}\right) = cV$ для данного k_0.

Тогда

$$\frac{k}{k_0} = \ell^{cV} \text{ или } k = k_0 \cdot \ell^{cV} = k_0 \cdot \ell^{\frac{V}{V_0}}. \tag{3}$$

Следовательно, величина $\ln\left(\dfrac{k}{k_0}\right) = \dfrac{V}{V_0}$ показывает во сколько раз линейная скорость обода колеса превосходит некоторую эффективную скорость V_0. Физика процессов, протекающих при движении колеса, будет подробно обсуждаться в следующем номере журнала.

Выводы

Получены имперические зависимости коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля от скорости его движения и давления воздуха в шинах.

Список литературы

1. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля.— М.: МашГИЗ, 1947.— 156 с.

2. Долматовский Ю.А. Автомобиль в движении.— М.: Транспорт, 1987.— 160 с.

3. Сахно В.П., Мищенко Н.И., Вербицкий В.Г. Основные направления исследований устойчивости автомобиля и автопоезда // Автомобильный транспорт: Сборник научных трудов ХНАДУ. Вып. 7–8.— Харьков, 2001.— 258 с.

4. Verbitskii V.G., Makarov V.A., Cakhno V.P. «Influence of the asymmetry of cornering forces on the static stability of two-axle vehicle», International Applied Mechanics, 40, № 11, 1304–1309 (2004).

Abstact. *Executed analysis result experimental studies and literary given factor on determination of the resistance to swing travels about car, for the reason determinations of the mathematical regularities, linking value of the factor of the resistance to swing at the speed of moving the car and pressure of the air in bus in broad interval of the velocities (30–170 km/h) and pressures (100–500 кPa).*

Анотація. *Виконано аналіз результатів експериментальних досліджень і літературних даних по визначенню коефіцієнтів опору коченню колеса автомобіля, з метою встановлення математичних закономірностей, що зв'язують величину коефіцієнта опору коченню зі швидкістю руху автомобіля й тиском повітря в шинах у широких інтервалах швидкостей (30-170 км/год) і тисків (100-500 кПа).*

Стаття надійшла до редакції 26.05.2009 р.

УДК 656.223.1.001.57

ХАРА М. В., ст. преподаватель, Приазовский государственный технический университет

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Существенное влияние на качество работы железнодорожного транспорта оказывает состояние вагонного хозяйства, которое сейчас находится в достаточно сложном положении. Основная проблема вагонного хозяйства — это старение вагонного парка, ухудшение его технического состояния, отсутствие возможности закупок новых вагонов и запасных частей в необходимых количествах, с одной стороны, и недостаточно эффективная вагоноремонтная база, с другой стороны. В статье разработана имитационная модель эксплуатации вагонов, объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания.

Постановка проблемы

При поиске подходов повышения эффективности вагоноремонтной базы следует учитывать тот факт, что в современных условиях (реформирование ж. д. транспорта, переход к рыночной экономике, обострение конкурентной борьбы) в ряду требований к ремонтному производству на первое место выходит гибкость. Гибкость, как важнейшее качество вагоноремонтной базы, требует интенсивной разработки и применения методов и средств новых информационных технологий, обеспечивающих переход к безбумажным методам проектирования и малолюдному производству.

Гибкость исследуемой вагоноремонтной базы во многом зависит от экономического состояния промышленного комплекса, частью которого она и является. Данное состояние определяется экономическим циклом, в котором находится промышленный комплекс. Экономический цикл

и его фазы означают следующие один за другим подъемы и спады уровней экономической активности промышленного предприятия в течение нескольких лет. Отдельные экономические циклы в металлургической отрасли существенно отличаются друг от друга по продолжительности и интенсивности. Тем не менее все они имеют одни и те же фазы, которые по-разному именуются различными исследователями (рис. 1).



Рис. 1. Экономический цикл в области металлургии

На сегодняшний момент отечественный промышленный комплекс находятся в цикле спада, что сказывается на процессе инвестирования в транспортную отрасль промышленных предприятий. Данный процесс делает невозможным приобретение нового подвижного состава, а значит, предопределяет направление развития транспортной системы промышленных предприятий.

На наш взгляд, в настоящий момент наиболее приемлемым путем повышения является применение механизма основывающегося на математическом аппарате — имитационное моделирование процесса управления эффективностью вагоноремонтной базой с применением ЭВМ.

Анализ последних исследований и публикаций

Как известно, развитие отраслей народного хозяйства, в том числе и железнодорожного транспорта, осуществляется путем внедрения ресурсосберегающих технологий и средств технологического оснащения производства [1]. Выбираемая технология должна в наибольшей степени отвечать потребностям конкретного предприятия, а на стадии проектирования технологических процессов необходимо количественно оценить затраты трудовых, материальных, энергетических, финансовых и других ресурсов.

К сожалению, в настоящее время вагоноремонтные базы промышленных предприятий проектируют новые и корректируют действующие технологические процессы без оценки их количественных показателей. Это объясняется тем, что проектирование ведется либо без использования ЭВМ, либо автоматизируются лишь некоторые операции проектировщика. Следует так же отметить разрозненность решений в области ремонтно-восстановительных операций вагонного парка промышленных предприятий.

Применение ЭВМ для решения задач технологического проектирования дало толчок к разработке оптимизационных методов проектирования, что в последнее время получает все более интенсивное развитие. Результаты исследований показали эффективность оптимизационного

подхода к решению технологических задач ремонтной базы. Наибольших успехов удалось достичь в машиностроении [2].

Цель статьи

Результаты анализа состояния исследуемого вопроса позволяет говорить о том, что одним из вариантов решения поставленной задачи является создание имитационной модели эксплуатации вагонов, объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания.

Основной раздел

Процесс ремонтно-технического обслуживания вагонов промышленных предприятий требует значительных материальных затрат во всей технологической цепочке (схеме) производства. Данный факт становится более весомым в современных условиях эксплуатации вагонов, характеризующихся высокой динамичностью производства. Представляется возможным снижение вышеназванных затрат путем определения оптимального количества материальных и трудовых ресурсов.

Одним из вариантов решения поставленной задачи является создание имитационной модели эксплуатации вагонов промышленных предприятий (ЭВПП), объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания.

В основе имитационной модели лежит итеративный процесс, отслеживающий стадии работы и ремонтного обслуживания эксплуатируемого подвижного состава, что сводится к вычислению следующих параметров состояния системы:

$r_{i(tk)}$ — освоенный ресурс i-й транспортной единицы (вагона) в момент времени t_k;

$n_{q(tk)}$ — доля времени работы q-й бригады по ремонту подвижного состава (вагона) в полном цикле его эксплуатации в условиях промышленных предприятий в момент времени t_k;

$u_{l(tk)}$ — доля времени работы l-й ремонтной линии по ремонту подвижного состава определенного класса на базе производственного обслуживания в момент времени t_k.

Динамика освоения ресурса вагона вычисляется следующим образом:

$$\mathrm{ri(tk)} = \mathrm{ri(tk-1)} + \mathrm{ljDt}, \quad (1)$$

где

l_j — интенсивность отказов вагонов, обслуживающего j-й район, по доминирующим факторам [3];

В качестве примера проведено исследование величины потока отказов вагонов металлургического комбината «Азовсталь», результаты исследований отображены на ниже приведенных графиках (рис. 2). Доминирующими факторами. определяющими интенсивность отказов в нашем случае являются: объем перевозок Q, расстояние перевозок L и время эксплуатации вагонов в межремонтный период T.

D_t — фонд времени, выделяемый на ремонт вагона в условиях промышленных предприятий.

$$\mathrm{Dt} = \mathrm{tk} - \mathrm{tk-1}, \quad (2)$$

где

t_k, t_{k-1} — соответственно время начала проведения восстановительных операций и время их завершения (период проведения восстановительных операций).

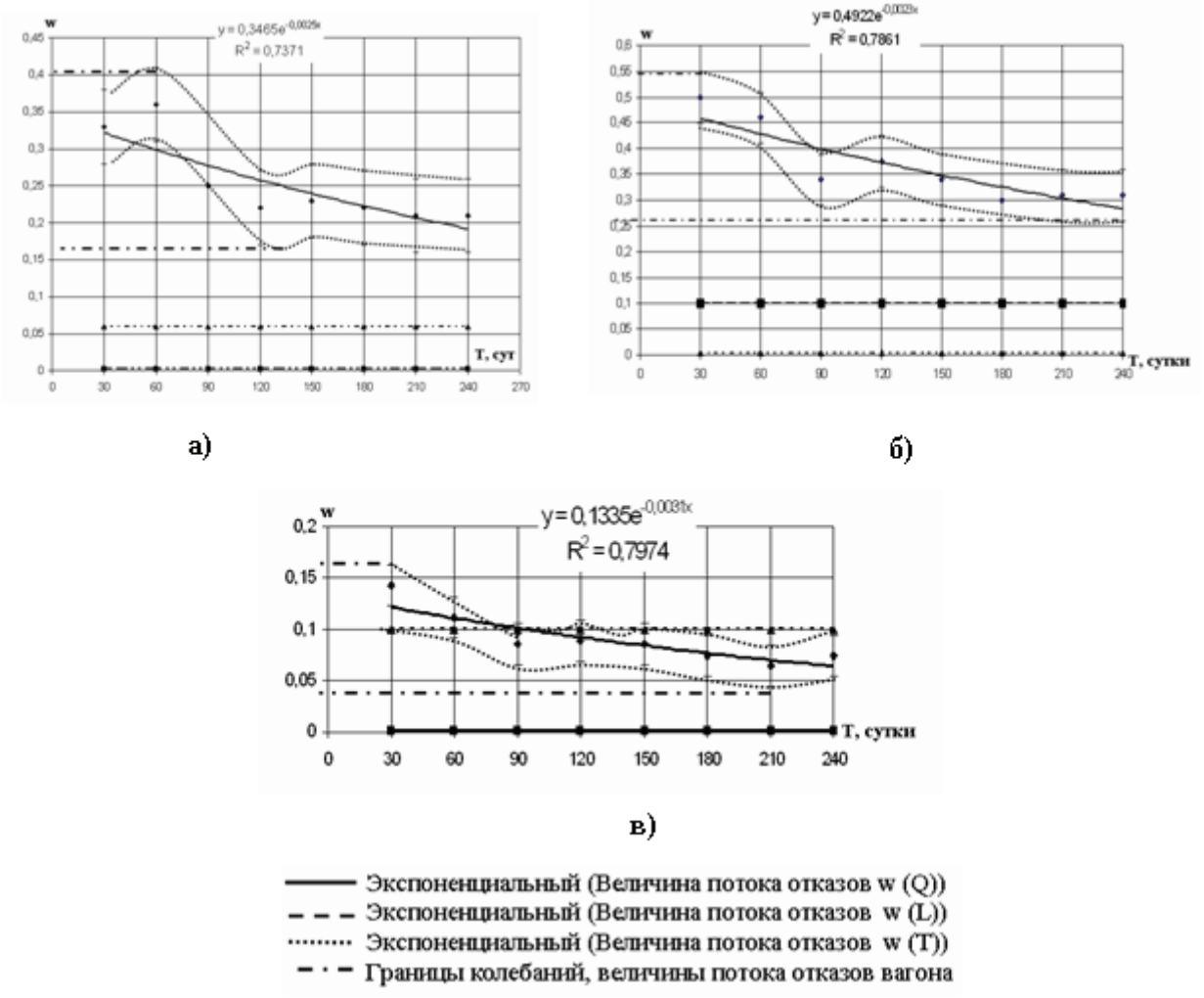


Рис. 2. Изменение величины потока отказов вагонов в течении определенного временного интервала на районах: листопрокатном (а), доменном (б) и сортировочном (в)

Доля освоенной части времени работы *q*-й бригады по ремонту вагонов в условиях промышленного предприятия вычисляется по выражению:

$$vq(tk) = vq(tk-1) + mq\,Dt,\ \ q = 1, ..., nq, \qquad (3)$$

где

m_q — интенсивность работы *q*-й бригады;

n_q — число обслуживающих вагонное депо бригад;

Доля освоенной части времени работы *l*-й ремонтной линии вагонного депо вычисляется соответственно:

$$ul(tk) = ul(tk-1) + mlDt,\ \ l = 1, ..., nl, \qquad (4)$$

где

m_l — интенсивность работы *l*-й ремонтной линии в вагонном депо;

n_l — число ремонтных линий в вагонном депо (например, для комбината «Азовсталь» число линий равно четырем — линия ремонта ходовой части (тележки вагона), тормозного оборудования, кузова вагона и автосцепных механизмов.

Основные стадии технологического цикла работы и ремонта вагонов (рис. 3.) включают следующие интервалы времени:

– работа вагона в районе его постоянной эксплуатации до полного освоения ресурса $[k_1, k_2]$ (эксплуатация «вертушек» комбината «Азовсталь» производится в строго закрепленных за ними районах);

– ожидание вагонами постановки на участок ремонта вагонного депо, $[k_2, k_3]$;

– ремонт на линиях вагонного депо, согласно внутреннему графику периодичности проведения ремонтно-восстановительных работ $[k_3, k_4]$ (например, на комбинате «Азовсталь» система технического обслуживания включает следующие ремонтно-восстановительные операции (ТО-ВР1-ВР2). На данном отрезке принимается решение о целесообразности дальнейшей эксплуатации вагона или его замене на новый — выведенного из «холодного» запаса.

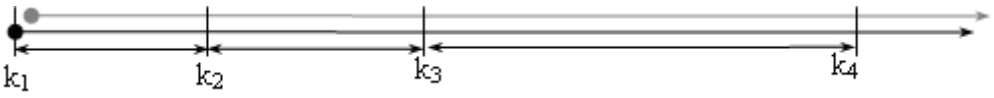


Рис. 3. Основные стадии технологического цикла работы и ремонта вагонов промышленных предприятий

С целью облегчения процесса моделирования эксплуатации вагонов, объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания промышленного предприятия примем следующие допущения:

– количество вагонов в обороте постоянно (рабочий парк вагонов);

– вагоны конкретного типа взаимозаменяемы (наличие горячего запаса вагонов);

– после ремонта вагон полностью восстанавливает свой ресурс, либо заменяется новым.

Представим имитационную модель процесса ремонтно-технического обслуживания вагонов в виде «черного ящика» (рис. 4).

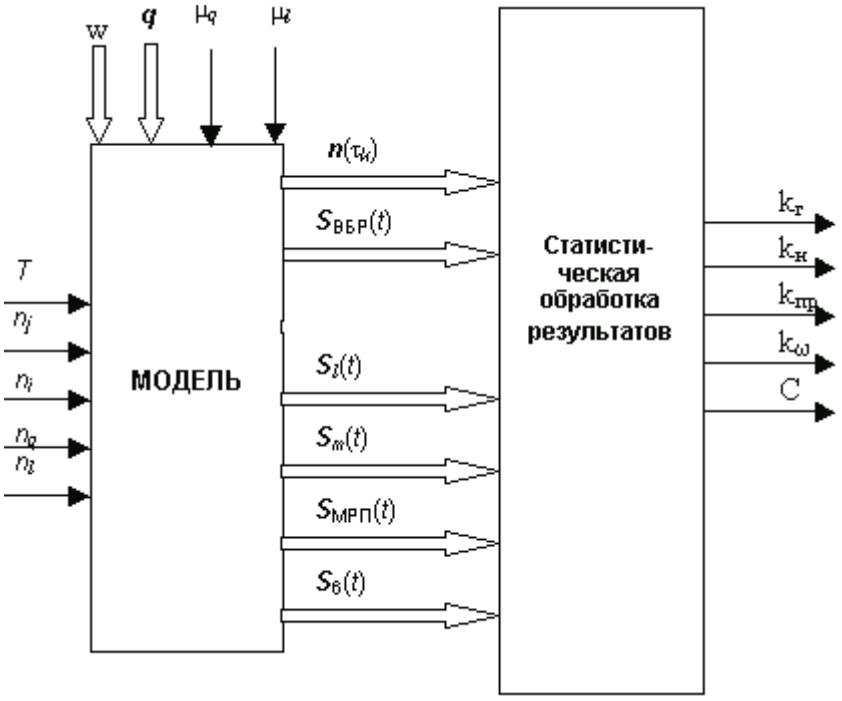


Рис. 4. Структурная схема имитационной модели процесса ремонтно-технического обслуживания вагонов промышленных предприятий

За исходные параметры моделирования приняты:

T — промежуток времени моделирования или количество итераций (в днях);

n_j — количество районов, обслуживаемых вагонами промышленного предприятия (например на комбинате Азовсталь девять районов обслуживания);

n_i — количество вагонов в обороте (рабочий парк вагонов);

n_q — количество обслуживающих бригад вагонное депо;

n_l — количество ремонтных линий в вагонном депо;

w — вектор потока отказов вагонов;

q — вектор признаков, характерных для бригад вагонного депо:

$r_0(q)$ — значение начального ресурса вагона после его введения в эксплуатацию q-ой бригадой осуществившей ремонтно-восстановительные операции с данной транспортной единицей (например в журнале по ремонту вагонов после списка замечаний к техническому состоянию вагона выставляется информация о бригаде их устранившей — ее номер и длительность проведения восстановительных работ),

$P_{брак}(q)$ — вероятность преждевременного отказа вагона после введения его в эксплуатацию q-ой бригадой, осуществившей ремонтно-восстановительные операции с данной транспортной единицей;

μ_q — интенсивность работы ремонтных бригад;

μ_l — интенсивность ремонта на линиях вагонного депо.

На выходе получим следующие параметры:

$n(\tau k)$ — вектор смен состояний моделируемой системы с координатами:

$n_1(t_k)$ — количество эксплуатируемых вагонов,

$n_2(t_k)$ — количество вагонов, выведенных из эксплуатации в ожидании ремонта,

$n_3(t_k)$ — количество вагонов, находящихся в процессе восстановления и ремонта,

$n_4(t_k)$ — количество новых вагонов, вводимых в эксплуатацию в рамках программы обновления ж. д. подвижного состава;

$S_{ВБР}(t)$ — вектор временных периодов безотказной работы вагона, с компонентами

$$S_{вбр}(i, t) = S(i, k2) - S(i, k1) = Dt_{вбр}(i), \quad (5)$$

$S_l(t)$ — вектор временных периодов ожидания вагонами ремонта в вагонном депо, где

$$Sl(i, t) = S(i, k3) - S(i, k2) = Dtl(i), \quad (6)$$

$S_m(t)$ — вектор временных периодов нахождения нового подвижного состава в «холодном» запасе, где

$$Sm(i, t) = S(i, k1(tk+1)) - S(i, k4) = Dtm(i), \quad (7)$$

$S_{МРП}(t)$ — вектор значений межремонтных периодов вагонов,
где

$$Sмрп(j, t) = S(j, k4) - S(j, k3) = Dtмрп(j), \quad (8)$$

$S_б(t)$ — вектор значений полных ремонтных циклов для вагонов,
где

$$Sб(i, t) = S(i, k4) - S(i, k1) = Dtб(i), \quad (9)$$

Выходные данные имитационной модели поступают в блок статистической обработки результатов моделирования, на выходе которого имеем средние характеристики, необходимые для расчета ресурсных параметров ремонтно-технических служб [3], а именно:

коэффициентом готовности группы вагонов промпредприятия назовем отклонение времени безотказной их работы ($t_р$) к сумме времени их безотказной работы и времени восстановления (tв) их работоспособности ($t_р + t_в$)

$$k_г = \frac{t_р}{t_р + t_в}, \tag{10}$$

коэффициентом вынужденного простоя — отношение времени восстановления к сумме времени восстановления и безотказной работы вагонов

$$k_п = \frac{t_в}{t_р + t_в}, \tag{11}$$

коэффициентом профилактики называется отношение времени восстановления ко времени безотказной работы вагонов:

$$k_{пр} = \frac{t_в}{t_р} = \frac{1 - k_г}{k_п} = \frac{k_п}{k_г}, \tag{12}$$

частотой профилактики называется отношение числа осмотров и ремонтов к сумме времени безотказной работы и восстановления:

$$k_ω = \frac{n_р + n_{ос}}{t_р + t_в}, \tag{13}$$

где $n_р$ — число ремонтов;

$n_{ос}$ — число профилактических осмотров.

объединенная удельная оперативная стоимость технических обслуживаний и ремонтов

$$C = \overline{C}_{то} + \overline{C}_{тр} + \overline{C}_{кр}, \tag{14}$$

где $\overline{C}_{то}$ — удельная оперативная суммарная стоимость технических обслуживаний;

$\overline{C}_{тр}$ — удельная суммарная оперативная стоимость текущих ремонтов;

$\overline{C}_{кр}$ — удельная суммарная оперативная стоимость капитальных ремонтов.

Выводы

Дальнейшее развитие работ по имитационному моделированию направлено на определение оптимальных настроек ресурсных параметров ремонтно-технических служб.

Перечень литературы

1. Майба И.А. Повышение эксплуатационной эффективности фрикционных систем железнодорожного подвижного состава: Монография.

2. Евгеньев Г.Б. Системология инженерных знаний.— М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э., 2001.— 374 с.

3. Губенко В.К. Факторная цепь готовности к транспортно-технологическим операциям вагонов промышленного транспорта/В.К. Губенко, М.В. Хара // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. праць.— Маріуполь, 2008.— Вип. № 18.— С. 226–229.

Анотація. *Істотний вплив на якість роботи залізничного транспорту надає стан вагонного господарства, яке зараз знаходиться в достатньо складному положенні. Основна проблема вагонного господарства — це старіння вагонного парку, погіршення його технічного стану, відсутність можливості. закупівель нових вагонів і запасних частин в необхідних кількостях, з одного боку, і недостатньо ефективна вагоноремонтна база, з іншого боку. У статті розроблена імітаційна модель експлуатації вагонів, об'єднаних єдиною технологією і регламентом ремонтно-технічного обслуговування.*

Abstract. *Substantial influence on quality of work of railway transport renders the state of carriage economy which now is in a difficult enough situation. A basic problem of carriage economy is a senescence of carriage park, worsening of his technical state, absence of possibility of purchases of new carnages and awaiting-parts in necessary amounts, from one side, and it is not enough effective a carriage is repair base, from other side. The simulation model of exploitation of carriages, incorporated single technology and regulation of repair-technical service is developed in the article.*

Стаття надійшла до редакції 26.03.2009 р.

УДК 625.768.5:330.15

СТОЛЯРОВ К. А., инженер; СТОЛЯРОВА Н. О., к. т. н., Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка, ЛИХОШЕРСТ Р. В., асс., Донецкий институт автомобильного транспорта

ОЦЕНКА УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

Анализируется влияние состояния дорожного покрытия и различных стратегий производства работ по зимнему содержанию на уровень загрязнения окружающей среды выбросами транспортных средств; дается анализ используемых в различных странах методов борьбы с зимней скользкостью с позиций их влияния на окружающую среду.

Постановка проблемы

Влияние человека на окружающую среду увеличивается по мере развития цивилизации и ускорения технического прогресса. В настоящее время негативное воздействие на экологическую обстановку приблизилось к критической отметке, после которой могут начаться необратимые последствия, связанные с разрушительной антропогенной деятельностью.

Автомобильная дорога, особенно крупная автомагистраль, и проходящий по ней автомобильный транспорт, являются одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, а также разрушения природного ландшафта на прилегающей к ней территории.

Интенсивное развитие автомобилизации во всем мире, расширение и упорядочение сети автомобильных дорог, повышение грузоподъемности и средней скорости транспортных средств, рост интенсивности движения вызывают усиление токсичного и виброакустического загрязнения окружающей среды (ОС), выдвигая на первый план решение проблем экологической безопасности и снижения воздействия транспортных средств на среду обитания человека.

Ежегодные транспортные выбросы в атмосферу Украины составляют около 1,85 млн. т вредных веществ [1]. Всего в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания содержится более 200 токсичных веществ. Наиболее канцерогенными из них являются оксид углерода, окислы азота и серы, сажа, альдегиды, соединения свинца и других тяжелых металлов.

Результаты исследований, проведенные А.П. Платоновым и С.К. Илиополовым, показывают, что загрязнение атмосферы зависит от следующих факторов [2]:

– конструкции автомобилей — на 30%;
– технического состояния автомобилей при эксплуатации — на 30%;
– состояния дорожного покрытия и организации движения — на 40%.

Отрицательное воздействие на окружающую среду оказывают также используемые в Украине несовершенные технологии содержания дорог.

На значительной части территории Украины наиболее сложным и ответственным в работе дорожно-эксплуатационных организаций является зимний период. Уровень экологического загрязнения в это время во многом определяется состоянием дорожного покрытия и использованием химических реагентов для борьбы с зимней скользкостью.

Анализ последних исследований

Во многих странах мира приводятся аргументы против применения химических материалов при зимнем содержании дорог. Однако многолетний отечественный и зарубежный опыт показывает, что хлориды являются наиболее эффективным средством борьбы со скользкостью на дорогах и их использование требует точного дозирования противогололедных материалов в соответствии с нормами расхода и контроля за их распределением.

Расходы хлоридов при зимнем содержании дорог в Украине определяются материальными возможностями дорожных организаций, поэтому не всегда поддаются четкому учету и часто не соответствуют нормативным значениям ПГ. 1-218-118:2005 [9]. Отечественные технологии содержания дорог направлены на ликвидацию уже образовавшейся скользкости, а не на ее профилактику, что во много раз увеличивает количество распределяемых реагентов. Это влияет не только на безопасность движения, но и на скорость движения транспортных средств и, как следствие, на уровень выбросов вредных веществ в атмосферу.

Цель статьи

Оценка и прогнозирования экологического состояния придорожной полосы в зимний период и поиск путей по его улучшению за счет совершенствования технологий зимнего содержания дорог.

Основная часть

При оценке уровня выбросов транспортных средств в зимний период необходимо учитывать состояние покрытия, формирующееся под воздействием погодно-климатических факторов, скорость движения транспортных средств, соответствующую данному состоянию покрытия, изменение интенсивности и состава движения. Учет этих факторов при моделировании позволяет определить уровни транспортных выбросов и проследить динамику их изменения в зимний период, сравнив полученные данные с эталонными летними условиями.

При моделировании, в зависимости от состояния покрытия, определялась скорость движения транспортного потока и соответствующий ей уровень выбросов.

Для определения вероятности превышения выбросов CO и NO_2 над ПДК при различных состояниях покрытия построены кумулятивные кривые их распределения, представленные на рис. 1. Анализ графиков показывает, что превышение ПДК по CO будет наблюдаться приблизительно в 70% случаев при наличии на покрытии стекловидного льда. При этом в 50% случаев уровень выбросов будет находиться в пределах от 3,0 до 3,5 мг/м^3, в 20% случаев — от 3,5 до 4,0 мг/м^3. При всех остальных состояниях покрытия вероятность превышения ПДК по CO составляет менее 5% случаев.

Вероятность превышения ПДК по NO_2 наблюдается в 28% случаев при сухом покрытии, в 24% случаев при мокром покрытии (за счет небольшого снижения скорости движения, более оптимальной по уровню выбросов); в 92% случаев при наличии рыхлого снега; в 90% случаев при снежном накате и в 99% случаев при гололеде. При этом размеры выбросов NO_2 при соответствующих условиях движения могут во много раз превышать ПДК. Вероятность размеров превышения ПДК выбросами NO_2 при различных состояниях покрытия показана на рис 1.

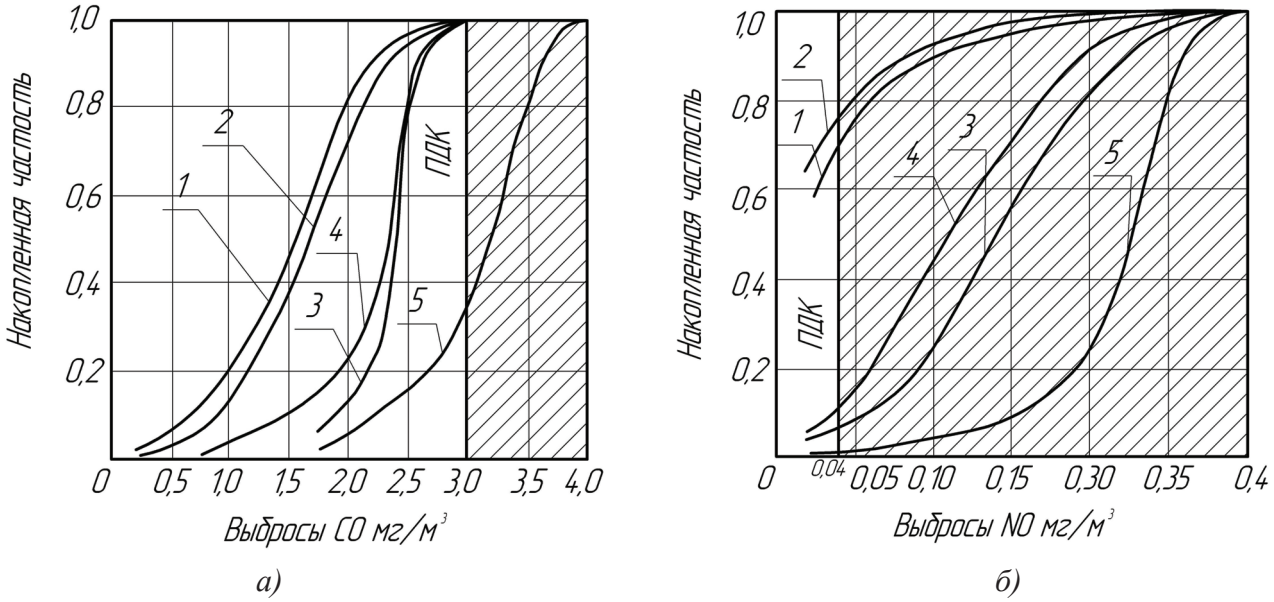


Рис. 1. Кумулятивные кривые распределения выбросов транспортных средств (а, б) при различных состояниях дорожного покрытия в зимний период:

1 — сухое покрытие; 2 — мокрое покрытие; 3 — наличие рыхлого снега; 4 — снежный накат; 5 — стекловидный лед

Анализ графиков на рис. 2 позволяет сделать вывод, что вероятность превышения ПДК в 2 раза при наличии на покрытии рыхлого снега и снежного наката наблюдается для 84–86% случаев их образования, а при наличии стекловидного льда доходит до 100%. Вероятность превышения ПДК в 3 раза для снежного наката составляет 45%, для рыхлого снега — 66%, а для стекловидного льда — 95%. Вероятность превышения ПДК в 4 раза у стекловидного льда очень высока и достигает 90%, у рыхлого снега — 40%, у снежного наката — 25%. Вероятность превышения ПДК в 5 раз составляет для стекловидного льда 77%. Третья часть всех случаев образования стекловидного льда приводит к превышению ПДК в 6 раз.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что предотвращение скользкости и сохранение покрытия в сухом или мокром состоянии в 90% случаев снижает уровень выбросов по CO в 1,6 раза, что не превышает ПДК. Уровень выбросов по NO_2 уменьшается в 4,25 раза. При этом вероятность выбросов, находящихся в допустимых пределах, увеличивается до 72–76%. Предотвращение образования снежного наката в 90% случаев позволяет снизить выбросы NO_2 в 2,5 раза, а очистка покрытия от рыхлого снега снижает их в 2,75 раза.

Полученные результаты позволяют выявить основные закономерности изменения уровня экологического загрязнения придорожной полосы через состояние покрытия, получить прогностические зависимости выбросов автомобилей при различных схемах организации работ по зимнему содержанию и оценить их с экологической и экономической точек зрения.

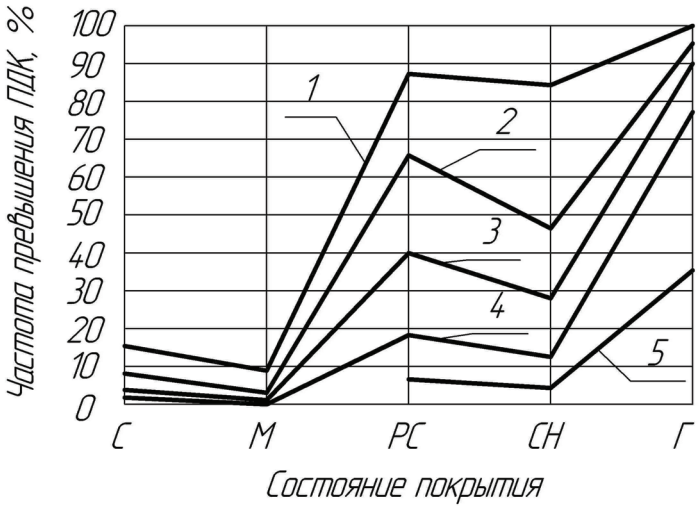


Рис. 2. Вероятность превышения ПДК выбросами NO_2 при различных состояниях дорожного покрытия:

1-е 2 раза; 2-е 3 раза; 3-е 4 раза; 4-е 5 раз; 5- в 6 раз;
С — сухое покрытие; М — мокрое покрытие; РС — рыхлый снег; СН — снежный накат; Г — гололед

На уровень загрязнения придорожных территорий будет оказывать влияние продолжительность нахождения покрытия в условиях зимней скользкости. Диаграмма расчетной продолжительности для различных схем организации работ по зимнему содержанию дорог представлена на рис. 3.

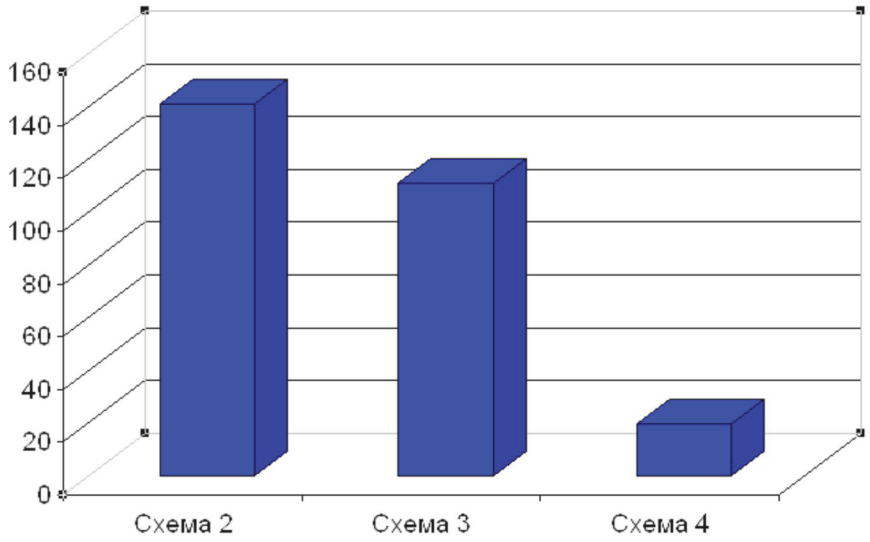


Рис 3. Диаграмма продолжительности нахождения покрытия в условиях зимней скользкости при различных схемах организации работ по зимнему содержанию дорог

Анализ диаграммы показывает, что при переходе на профилактические мероприятия продолжительность нахождения покрытия в условиях зимней скользкости снижается почти в 8 раз.

Выводы

Результаты проведенных исследований показывают, что в зимний период экологические показатели в зоне прохождения автомобильных дорог могут значительно превышать допустимые значения. При переходе на профилактику образования скользкости можно оптимизировать расход хлоридов для зимнего содержания автомобильных дорог при одновременном обеспечении требуемого уровня безопасности движения. Снижение количества противогололедных солей при превентивных мероприятиях, уменьшение времени нахождения покрытий в условиях зимней скользкости позволяют уменьшить негативное влияние транспортных средств на окружающую среду за счет повышения скорости движения транспортных потоков.

Перечень литературы

1. Легковой автотранспорт — источник загрязнения атмосферного воздуха г. Донецка. Донбасс — 2020: наука и техника — производству [Електронный ресурс]: Материалы III Международной научно — практической конференции — выставки/Донецкий национальный технический университет.— Донецк: ДонНТУ, 2006.

2. Платонов А.П., Илиополов С.К. Автомобильная дорога. Охрана окружающей среды: Учеб. пособие.— СПб.: МПП «Танакс», 1997.— 270 с.

3. ПГ. 1-218-118:2005. Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг.

Анотація. *Аналізується вплив стану дорожнього покриття і різних стратегій виробництва робіт по зимовому утриманню на рівень забруднення навколишнього середовища викидами транспортних засобів; дається аналіз використовуваних в різних країнах методів боротьби із зимовою слизкістю з позицій їх впливу на навколишнє середовище.*

Abstract. *Influencing of the state of road coverage and different strategies of production of works is analysed on winter maintenance on the level of contamination of environment the troop landings of transport vehicles; the analysis of the methods of fight use in different countries is given with winter slipperation from positions of their influencing to the environment*

Стаття надійшла до редакції 07.05.2009 р.

АВТОРИ НОМЕРУ

Андрєєв О.О., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Базова І.В., Донецький інститут автомобільного транспорту
Варакута Є.О., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Вербицький В.Г., Донецький інститут автомобільного транспорту
Герасименко В.Г., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Горлівка
Грицук І.В., Донбаська національна академія будівництва та архітектури, м. Макіївка
Губачева Л.О., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Доля А.Г., Донбаська національна академія будівництва та архітектури, м. Макіївка
Дубицький О.С., Луцький національний технічний університет
Енглезі І.П., Донецький інститут автомобільного транспорту
Єфименко А.М., Донецький інститут автомобільного транспорту
Калюжний М.В., Донецький інститут автомобільного транспорту
Короп Г.В., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Кузнєцов Р.М., Луцький національний технічний університет
Лихошерст Р.В., Донецький інститут автомобільного транспорту
Макаров В.А., Донецький інститут автомобільного транспорту
Мастепан А.М., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Горлівка
Міська Є.М., Донецький інститут автомобільного транспорту
Москаленко Т.В., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Горлівка
Мурований І.С., Луцький національний технічний університет
Нечаєв Г.І., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Нечай Т.О., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Овчаренко А. О, Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Онищук В.П., Луцький національний технічний університет
Пахно О.Є., Донецький інститут автомобільного транспорту
Петров О.В., Донецький інститут автомобільного транспорту
Слесорайтіте І., Санкт-Петербурзький державний електротехнічний університет
Стельмащук В.В., Луцький національний технічний університет
Столяров К.А., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Горлівка
Столярова Н.О., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Горлівка
Сунцов М.В., Донецький інститут автомобільного транспорту
Сунцов О.М., Донецький інститут автомобільного транспорту
Тітаков С.О., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Федоров Є.Є., Донецький інститут автомобільного транспорту
Хара М.В., Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь
Чернецька Н.Б., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ
Чернишев С.О., Донецький інститут автомобільного транспорту
Шамота В.П., Донецький державний інститут залізничного транспорту
Шикун О.В., Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, м. Луганськ

ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікування в журналі «Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту» приймаються неопубліковані раніше наукові статті в галузі транспорту і двигунів внутрішнього згоряння; проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг; надійності й довговічності механізмів і машин; транспортних технологій; економіки транспорту.

У журналі друкуються статті українською, російською та англійською мовами.

Для публікації наукової статті в редакцію необхідно представити наступні документи:

– текст статті у двох примірниках;
– анотацію українською, російською та англійською мовами;
– експертний висновок про можливість відкритого публікування;
– завірену рецензію доктора наук або члена редакційної колегії;
– відомості про автора (-ів) (прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, адреса, e-mail, службовий або домашній телефони).

Вимоги до рукописів

Стаття подається у 2-х варіантах — у друкованому вигляді на папері формату А4 (2 прим, з нумерацією сторінок) та електронному (на дискеті 3,5 дюйми).

Структура статті:

1. Код УДК (універсальний десятинний класифікатор) (вирівнювання по лівому краю).
2. Ініціали та прізвище (прізвища) автора (авторів), науковий ступінь, вчене звання, повна назва організації (вирівнювання по центру сторінки).
3. Назва статті (вирівнювання по центру сторінки).
4. Анотація мовою оригіналу статті (не більш 80 слів, ширина рядка 130 мм).
5. Основний текст статті.
6. Перелік літератури, який виконується згідно ГОСТ 7.1-84 «Бібліографічний опис документа. Загальні вимоги й правила укладання» та в порядку посилання.

Текст рукопису повинен містити такі розділи, як:

– постановка проблеми, де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми;
– аналіз останніх досліджень, на які спирається автор, виділення невирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття;
– мета статті (постановка задачі);
– основний розділ (можливі підрозділи);
– висновки, де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами).

Обсяг наукової статті 5–10 сторінок тексту, які включають таблиці, ілюстрації (4 рисунки дорівнюються 1 сторінці), перелік літератури. Обзорні статті — до 12 сторінок.

Текст повинен бути набраний у форматі Word for Windows версії 6.0–8.0.

– параметри сторінки — А4 (210 х 297 мм);
– орієнтація — книжкова;
– поля: верхнє — 15 мм, нижнє — 25 мм, ліве — 20 мм, праве — 20 мм;
– шрифт — Times New Roman, розмір — 12 пунктів;
– весь текст повинен бути набраний стилем «Звичайний » (Normal);
– перша строка — відступ 7,5 мм;
– міжрядковий інтервал — 1,5;
– вирівнювання — по ширині сторінки.

Таблиця повинна мати тематичну назву та порядковий номер (без знаку №), на який дається посилання у тексті.

Рисунки та графіки повинні бути пронумеровані в порядку посилання у тексті. Кожний рисунок розміщується в окремому файлі (формати bmp, tif; інші — тільки з дозволу редакції). Підписи під рисунками з номером рисунка пишуться на окремій сторінці. Кольорові та фонові рисунки не допускаються.

Усі формули повинні бути набрані у редакторі формул Microsoft Equation 2.0, 3.0 (MathType). У редакторі формул повинні бути наступні параметри:

– відстань до знаку — 60%;

– розмір — звичайний — 12 пт.; великий індекс — 8 пт.; маленький індекс — 6 пт.; великий символ — 12 пт.; маленький символ — 10 пт.

Нумерація формул дається арабськими цифрами в круглих дужках праворуч.

При виборі одиниць виміру слід дотримуватись системи СІ. Ціла частина числа від десятичної відділяється комою. Посилання на джерела беруться у квадратні дужки.

Наприкінці статті розташовуються анотації двома іншими мовами.

Статті, що не відповідають вимогам, повертаються авторам для доробки.